

FABIANO CARLOS MARSON

**RESISTÊNCIA ADESIVA A MICROTRAÇÃO DE CIMENTOS  
RESINOSOS NA INTERFACE ENTRE CERÂMICA E DENTINA**

FLORIANÓPOLIS

2003

FABIANO CARLOS MARSON

**RESISTÊNCIA ADESIVA A MICROTRAÇÃO DE CIMENTOS  
RESINOSOS NA INTERFACE ENTRE CERÂMICA E DENTINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação  
em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina,  
como requisito para a obtenção do título de Mestre em  
Odontologia, área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira

FLORIANÓPOLIS

2003

FABIANO CARLOS MARSON

**RESISTÊNCIA ADESIVA A MICROTRAÇÃO DE CIMENTOS  
RESINOSOS NA INTERFACE ENTRE CERÂMICA E DENTINA**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-graduação em Odontologia.

Florianópolis, 2 de dezembro de 2003.

---

Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
*Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia*

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
*Orientador*

---

Prof. Dra. Margareth Oda  
*Membro*

---

Prof. Dr. Luiz Clóvis Cardoso Vieira  
*Membro*

**Aos meus pais Edmilson e Estela, irmãos  
Fernando e Gustavo, avó Odiva e a  
Fernanda, que são as maiores riquezas da  
minha vida.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por demonstrar inúmeras vezes sua bondade e presença em minha vida. Agradeço pela saúde, pela proteção e por me dar força e coragem para não desanimar no meio do caminho.

Aos meus pais Estela Regina e Edmilson Marson, pela educação, princípios e valores que sempre transmitiram aos filhos.

Aos professores da Disciplina de Dentística Restauradora da Universidade Federal de Santa Catarina, maiores responsáveis pela realização de mais esta etapa da minha vida profissional. A eles, que não mediram esforços, incentivo, estímulo, conhecimento técnico, o meu eterno agradecimento e a certeza de que estarão guardados na minha memória indelevelmente.

Aos meus colegas de mestrado e irmãos Paula, Renata, Isana, Beatriz, Luis, Danilo, Sergio, Fabiano, Saulo, meus profundos agradecimentos.

A Fernanda Pelissari, minha futura esposa, pelo apoio e compreensão, tornando possível concretizar meu sonho em realidade.

Ao professor Mauro Amaral Caldeira de Andrada, por sua orientação segura e inteligente, pelas palavras de apoio, por sua competência, grandeza e simpatia.

Ao professor Luis Narciso Baratieri pela confiança depositada, pelos conhecimentos transmitidos e pelas sábias palavras nas horas precisas. Um homem que esteve acima de sua reconhecida capacidade profissional, um grande mestre, amigo, que com sua compreensão, tolerância e humildade me fez crescer como profissional e cidadão, reforçando minha convicção na área da odontologia.

Ao professor Luiz Clovis Cardoso Vieira, meus agradecimentos por ter valorizado e aperfeiçoado meus conhecimentos nesta área da Odontologia, com perspectiva de um futuro melhor na carreira profissional.

Aos alunos de graduação da Universidade Federal de Santa Catarina pelo apoio em especial ao Renan Belli.

Aos funcionários da área de odontologia, onde criamos um elo de amizade. Obrigado pela colaboração e em especial a Dona Léa, Ana e Richard.

A todos os que, de alguma maneira, compartilharam seu saber, explícito ou tácito, e contribuíram para que eu seja o que sou e enxergue o mundo da forma como o vejo.

MARSON, Fabiano Carlos. **Resistência adesiva a microtração de cimentos resinosos na interface entre cerâmica e dentina**. 2003.90f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

O propósito desta investigação, *in vitro*, foi avaliar a resistência de união a microtração ( $\mu$ TBS) de 4 cimentos resinosos, nas interfaces adesivas entre cerâmica (IPS Empress 2) e dentina. Foram selecionados 16 molares humanos hígidos e divididos aleatoriamente em 4 grupos. Grupo 1 - (RX) Single Bond + Rely X, CRA (3M ESPE); Grupo 2 - (VL) Excite DSC + Variolink II, (Ivoclar Vivadent); Grupo 3 - (PN) ED Primer + Panavia (Kuraray); e Grupo 4 - (UC) Unicem (3M ESPE). Os respectivos sistemas adesivos foram aplicados no substrato dentinário e nas pastilhas de cerâmica IPS Empress 2 (Ivoclar-Vivadent), seguindo as instruções dos fabricantes. Em seguida, os cimentos resinosos foram aplicados, os excessos removidos e os corpos de prova fotoativados. Após 24 h armazenados em água destilada, os espécimes foram seccionados em 2 direções perpendiculares com disco de diamante em baixa velocidade (Isomet 1000, Buehler), para se obter palitos de  $1,0 \pm 0,2 \text{ mm}^2$ . Para o teste de microtração, foi utilizado o dispositivo especial de Geraldini acoplado a uma máquina de prova universal (Instron) com velocidade de fratura de 0,5 mm/min. Foram analisados os resultados através do teste estatístico de análise de variância, seguido pelo teste de Tukey post hot. Medias em MPa  $\pm$  desvio-padrão: RX ( $17,90^a \pm 3,53$ ); VL ( $15,95^b \pm 3,07$ ); PN ( $15,58^b \pm 2,90$ ); UC ( $8,41^c \pm 2,54$ ). Letras subscritas indicam valores homogêneos através do teste de Tukey, que demonstraram diferença entre os grupos, onde o cimento resinoso Rely X CRA obteve maior resistência adesiva a microtração ( $p < 0,0001$ ). Variolink II e Panavia F resultaram em valores similares e a menor resistência adesiva foi do cimento resinoso Unicem. O modo de fratura dos corpos de prova dos grupos que utilizaram os cimentos resinosos Rely X CRA e Variolink II foi predominantemente do tipo mista. No grupo que utilizou o cimento resinoso Panavia F, as fraturas foram predominantemente coesivas de cimento resinoso, e no grupo que utilizou o cimento resinoso Unicem, as fraturas foram, em sua maioria, adesivas.

Palavras-chave: Microtração. Cerâmica injetada. Resistência adesiva. Dentina.

MARSON, Fabiano Carlos. **Resistência adesiva a microtração de cimentos resinosos na interface entre cerâmica e dentina**. 2003. 90f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## ABSTRACT

The purpose of this in vitro investigation was to evaluate the microtensile bond strength ( $\mu$ TBS) of four resin cements on ceramic and dentin adhesive interfaces e failure mode. The dentin surfaces of sixteen extracted human molars were ground flat and assigned to one of the experimental groups: (RX) Single Bond + Rely X ARC (3M ESPE); (VL) Excite DSC + Variolink II (Ivoclar Vivadent); (PN) ED Primer + Panavia F (Kuraray) and (UC) Unicem (3M ESPE). The adhesives systems and resin cements were applied following manufacturers instructions and of IPS Empress 2 (Ivoclar Vivadent) ingot were luted on the bonded surfaces. After 24 h in tap water, the specimens were sectioned in two perpendicular directions with a low-speed diamond saw (Isomet 1000, Buehler) to obtain slices with cross section of  $1.0 \pm 0.2 \text{ mm}^2$ . The ( $\mu$ TBS) was performed in a Geraldini's device an universal testing machine (Instron) at a crosshead speed of 0.5mm/min. Data were analyzed with one-way ANOVA, followed by a Tukey's post hoc test. The mean results in (MPa  $\pm$  standard deviations): RX ( $17.90^a \pm 3.53$ ); VL ( $15.95^b \pm 3.07$ ); PN ( $15.58^b \pm 2.90$ ); UC ( $8.41^c \pm 2.54$ ). Superscript letters indicate Tukey's homogeneous subsets. Rely X ARC achieved the highest  $\mu$ TBS ( $p < 0.0001$ ). Variolink II and Panavia F resulted in similar values while lowest  $\mu$ TBS was achieved by Unicem. The failure mode in the specimens of the groups Rely X ARC and Variolink II was predominantly mixed. In the Panavia F group, the predominant mode of failure was cohesive within resin cement while in the Unicem group most of the failure was adhesive.

Key-Words: Microtensile. Heat-pressed ceramic. Microtensile bond strength. Dentin



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Preparo e seleção dos dentes.....	44
Figura 2 – Lingotes de cerâmica IPS Empress 2.....	44
Figura 3 – Lingote seccionado de forma a gerar pastilha de 2,5 mm.....	45
Figura 4 – Pastilha seccionada.....	45
Figura 5 – Pastilha de IPS Empress 2 com 2,5mm.....	45
Figura 6 – Sistema e cimento resinoso Rely X CRA.....	47
Figura 7 – Sistema e cimento resinoso Variolink II.....	48
Figura 8 – Sistema e cimento resinoso Panavia F.....	49
Figura 9 – Dispositivos auxiliares do cimento resinoso Unicem: a) alavanca de ativação; b) aplicador ; c) cimento resinoso Unicem.....	50
Figura 10 – Seleção após o corte dos palitos localizados na área pré-demarcada (6mm <sup>2</sup> ).....	52
Figura 11 – Palitos após o corte .....	53
Figura 12 – Palitos medidos com um paquímetro digital.....	53
Figura 13 – Dispositivo para o teste de microtração (Geraldeli).....	54
Figura 14 – a) dispositivo de microtração acoplado a máquina de ensaios universal; b) corpo de prova colado ao dispositivo de microtração; c) fratura do corpo de prova.....	55
Figura 15 – Grupo 1 (Rely X CRA/Single Bond) - Fotomicrografia das superfícies adesivas do corpo de prova fraturado e montadas para observação no MEV.....	
Figura 16 – Grupo 1 (Rely X CRA/Single Bond) - Fotomicrografia do tipo de fratura predominante neste grupo (mista).....	62

Figura 17 – Grupo 2 (Variolink II/Excite DSC) - Fotomicrografia do tipo de fratura predominante neste grupo (mista).....	<b>63</b>
Figura 18 – Grupo 3 (Panavia F/ED Primer) - Fotomicrografia das superfícies adesivas do corpo de prova fraturado e montadas para observação no MEV.....	<b>63</b>
Figura 19 – Grupo 3 (Panavia F/ED Primer) - Fotomicrografia do tipo de fratura mista.....	<b>64</b>
Figura 20 – Grupo 3 (Panavia F/ED Primer) - Fotomicrografia do tipo de fratura predominante neste grupo (coesiva).....	<b>64</b>
Figura 21 – Grupo 4 (Unicem) - Fotomicrografia do tipo de fratura mista.....	<b>65</b>
Figura 22 – Grupo 4 (Unicem) - Fotomicrografia do tipo de fratura predominante neste grupo (adesiva).....	<b>65</b>

## LISTA DE TABELAS

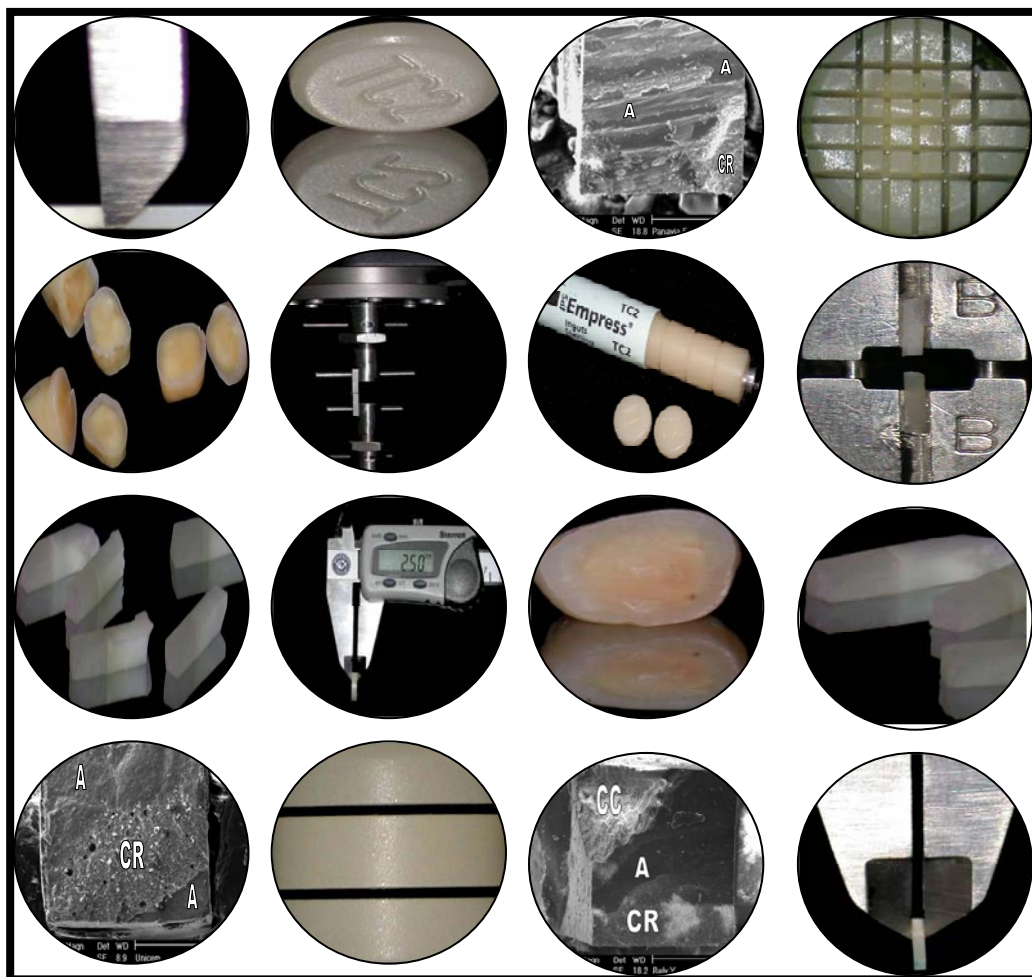
Tabela 1 – Palitos perdidos durante o teste.....	52
Tabela 2 – Resultados da resistência de união a microtração.....	58
Tabela 3 – Comparação entre os grupos estudados ANOVA e comparação múltipla de Tukey.....	59
Tabela 4 – Resultado da ANOVA e comparação múltipla de Tukey.....	60
Tabela 5 – Fraturas observadas no microscópio eletrônico de varredura.....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

$\text{Al}_2\text{O}_3$	Óxido de Alumínio
Adh	Resina adesiva
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
HF	Ácido Hidrofluorídrico
IPS	Sistema cerâmico da Ivoclar, Vivadent
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
MPa	Megapascal
Mm	Milímetros
$\text{mW}/\text{cm}^2$	Mili-Watt por centímetro ao quadrado
S	Segundos
Si	Silano
$\mu\text{m}$	Micrometro
$\mu\text{TBS}$	Teste de Microtração

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Cimentos resinosos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Teste de microtração.....</b>	<b>36</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Seleção dos dentes.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Preparação dos dentes .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Preparo da peça.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Formação dos grupos.....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 Corte dos blocos.....</b>	<b>51</b>
<b>4.6 Teste de microtração.....</b>	<b>53</b>
<b>4.7 Dispositivo para o teste de microtração.....</b>	<b>54</b>
<b>4.8 Análise do tipo de fratura.....</b>	<b>55</b>
<b>4.9 Análise estatística.....</b>	<b>56</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Resistência de união a microtração.....</b>	<b>58</b>
<b>5.2 Análise do tipo de fratura.....</b>	<b>60</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>



## INTRODUÇÃO

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia, de modo geral, tem passado por várias transformações nas últimas décadas. A crescente demanda por um sorriso estético, sinônimo de aparência “saudável”, estimulou, com grande rapidez, o desenvolvimento dos materiais restauradores indiretos estéticos. Entre os novos materiais destacam-se as cerâmicas puras ou cerâmicas livres de metal, que além de proporcionarem um excelente resultado para a reabilitação funcional, apresentam ainda um excelente potencial para simular a aparência dos dentes naturais, satisfazendo, assim, uma exigência da odontologia restauradora moderna, a obtenção da estética e função. A melhoria nas propriedades físicas e mecânicas das cerâmicas, associada ao desenvolvimento dos sistemas adesivos e dos cimentos resinosos, permitiu uma adequada união à cerâmica e a estrutura dentária, e desta maneira, aumentou a longevidade e a performance clínica destas restaurações (RITTER; BARATIERI, 1999).

As restaurações adesivas indiretas necessitam de adequada cimentação, através da utilização de cimentos resinosos, utilizados em associação com sistemas adesivos. A odontologia adesiva teve início com Buonocore (1955) que conseguiu pela primeira vez a ligação das resinas acrílicas com o esmalte. Através de seus estudos, propôs e realizou a técnica de condicionamento ácido no esmalte, que contribuiu para melhoria no selamento marginal das restaurações e possibilitou uma diminuição da infiltração marginal. Com os avanços de novas técnicas e materiais nas décadas seguintes, foi possível correlacionar os adesivos com a estrutura do esmalte e da dentina. Atualmente, a associação dos novos sistemas adesivos aos

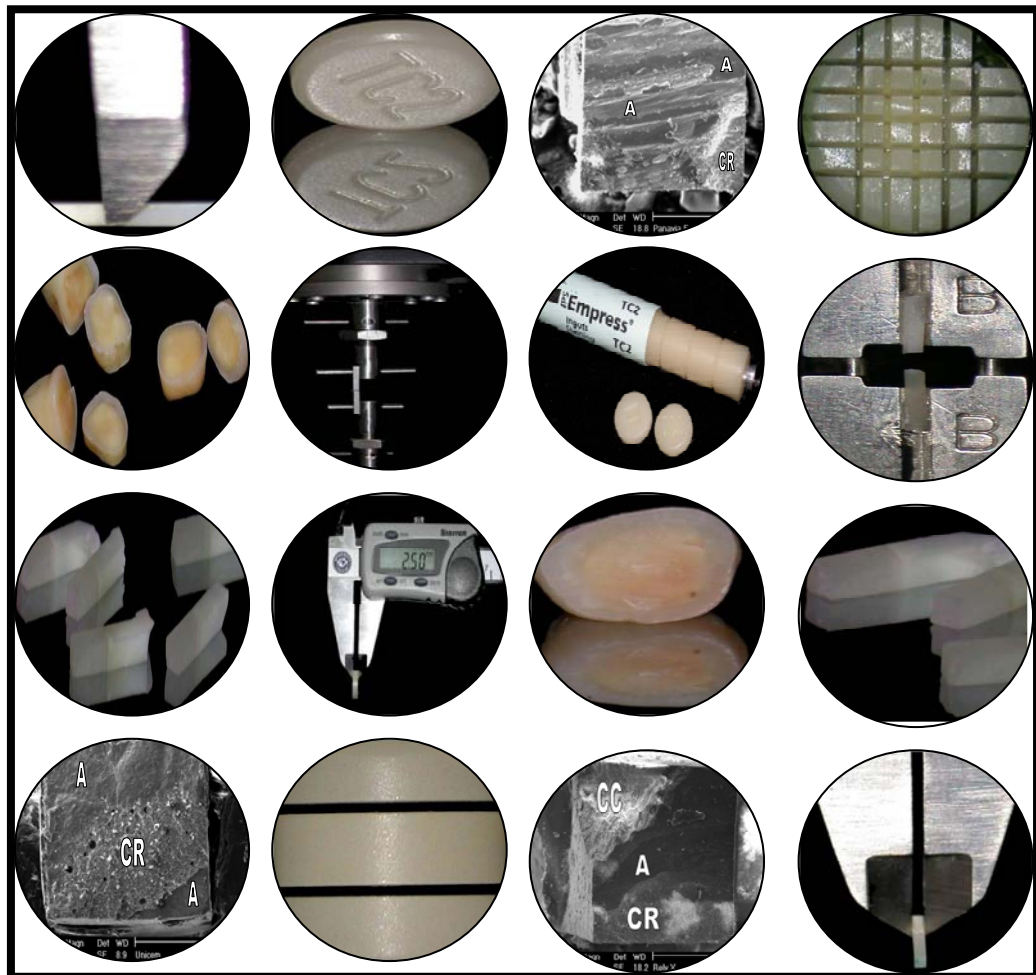
cimentos resinosos, proporciona um aumento significativo da força de adesão à estrutura dental. De acordo com Swift; Perdigão; Heymann (1995), o desenvolvimento da força de adesão aos substratos esmalte e dentina, promoveu uma evolução na prática da dentística restauradora. Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos, como forma de tratamento do substrato dentinário a remoção da lama dentinária e desmineralização parcial da dentina intratubular e intertubular, permitiram a penetração de monômeros hidrofílicos do sistema adesivo, promovendo retenção micromecânica ocasionando aumento na força de união dos sistemas adesivos ao substrato dentinário. Essa técnica foi um marco na história odontológica.

Para alcançar o sucesso clínico, através da utilização de restaurações cerâmicas livres de metal, alguns critérios devem ser seguidos, tais como: o correto tratamento e seleção da cerâmica, e do substrato dental, a escolha do material cimentante e a forma de cimentação (INOKOSHI et al., 1993; ROSENSTIEL; LAND; CRISPIN, 1998). O cimento resinoso tem a finalidade de atuar como uma barreira contra a microinfiltração bacteriana, promovendo um selamento da interface entre o dente e a restauração indireta, através de uniões mecânicas, químicas ou uma combinação de ambos (DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999). Como não existe nenhum material que isoladamente preencha todos os requisitos correspondentes a um material ideal, a seleção apropriada destes cimentos fica condicionada às condições clínicas disponíveis como o tipo de preparo, material de restauração, as características biofísicas das estruturas unidas (dente/restauração) e às suas propriedades, tais como: adesividade, solubilidade, resistência e biocompatibilidade.

O propósito deste trabalho é analisar, *in vitro*, a resistência da união de



diferentes cimentos resinosos na interface adesiva entre cerâmica e dentina obtida através do teste de microtração.



## REVISÃO DA LITERATURA

## **2 REVISÃO DA LITERATURA<sup>1</sup>**

### **2.1 Cimentos resinosos**

Van Meerbeek et al. (1992) investigaram a interface existente entre a superfície tratada e o sistema adesivo. Vários sistemas adesivos foram utilizados de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes e restaurados através de uma resina composta de baixa viscosidade. Os corpos de prova foram analisados no microscópio eletrônico de varredura, e foi observada que a adesão da resina à dentina foi micromecânica pela desmineralização promovida pelo ácido e entrelaçamento do adesivo às fibras colágenas expostas, formando a camada híbrida.

Aberg; Van Dijken; Olofsson (1994) compararam inlays cerâmicos fixados com cimento ionômero de vidro ou cimento resinoso. Encontraram menor dissolução marginal e menos fratura em inlay cimentados com cimento resinoso, e relacionaram tal fato a adesão mecânica - química, promovida pelo ácido e silano.

Della Bona e Northeast (1994) constataram que a resistência de união dos diversos materiais ao dente é de grande importância e interesse, principalmente com o advento da odontologia adesiva. Os testes de tração e cisalhamento para avaliação de interfaces adesivas originam falhas coesivas, dificultando uma aferição verdadeira da interface adesiva, já que, muitas vezes, estas falhas ocorrem associadas a valores muito abaixo da resistência à tração da própria dentina. Tais falhas foram creditadas à extensão da interface adesiva.

---

<sup>1</sup> Baseada na NBR 10520: 2002 da ABNT

Sano et al. (1994 b) realizaram estudo para testar a hipótese nula de que não existe relação entre a área de união e a resistência à tração dos materiais adesivos. Para realizar os testes, removeram totalmente o esmalte dos dentes molares extraídos, restauraram com resina e seccionaram o dente de 10 a 20 finas fatias paralelas ao longo eixo do elemento dental. Estas fatias foram desgastadas na região da interface adesiva com broca diamantada, produzindo forma de ampulheta, reduzindo a área da interface adesiva. As fatias foram coladas no aparelho de teste e submetidas à força da tração. Pelos resultados os autores mostraram que a resistência à tração foi inversamente relacionada à área da superfície aderida. O pequeno tamanho da superfície aderida permitiu um mínimo desvio-padrão e produziu falha adesiva na maior parte das amostras, possibilitando medir altos valores de resistência adesiva, sem falha coesiva. Segundo os autores, o principal achado deste trabalho foi que a resistência à tração depende da área da superfície aderida.

Latta e Barkmeier (1994) avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento dos cimentos resinosos na cimentação de inlays de resina composta, variando o tipo de tratamento deste compósito: 1) ácido hidrofúorídrico por 60 s, 2) amônio bifluorídrico por 60 s, 3) resina adesiva, 4) microjateamento com 50 microns com óxido de alumínio, e 5) microjateamento com 50 microns com óxido de alumínio e resina adesiva. O cimento resinoso foi aderido ao esmalte humano. Foram avaliados os efeitos dos tratamentos das superfícies através do microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os resultados indicaram que o microjateamento de inlays de resinas compostas aumentou a adesão dos cimentos resinosos. As superfícies analisadas ao MEV indicaram superfícies internas irregulares, criadas através do microjateamento com óxido de alumínio.

Van Meerbeek et al. (1994) através de uma análise de microscopia, constataram que adesivos contendo ácido polialquenoico aplicados à dentina formam uma camada adesiva mais espessa sobre a camada híbrida. A formação desta camada adesiva espessa, com um baixo módulo de elasticidade, parece agir como atenuante das tensões, absorvendo o estresse induzido pela contração de polimerização da resina aplicada sobre esta camada.

Swift; Perdigão; Heymann (1995) revisaram a literatura sobre desenvolvimento da adesão ao esmalte e à dentina, fato que, segundo os autores, revolucionou a prática da dentística restauradora. A forte adesão à dentina com o desenvolvimento dos adesivos de quarta geração, que removem a lama dentinária e desmineralizam parcialmente a dentina peritubular e intertubular, permitiu aumento da força de união, capaz de resistir à força de contração do material restaurador, e de acordo com os autores, foi um marco na odontologia.

Della Bona e Van Noort (1995) realizaram estudo, para questionar a validade dos testes de cisalhamento (mais utilizado), para aferir a resistência de união. Os testes de cisalhamento foram realizados com 3 diferentes configurações e interface adesiva idêntica, em termos de geometria e área de superfície. As superfícies cerâmicas foram tratadas de forma idêntica à dos espécimes submetidos ao cisalhamento. Com os resultados os autores mostraram que os testes de cisalhamento são muito sensíveis ao método de aplicação do adesivo e à configuração do teste, fatores que podem levar a uma interpretação errada dos dados. Os testes de cisalhamento foram conduzidos pela resistência do material da base, mais que da interface adesiva, o que foi comprovado pelo número de fraturas coesivas. Nos testes de tração, todas as fraturas ocorreram na interface adesiva independente do procedimento de adesão. Os autores concluíram que testes de

cisalhamento são inadequados para medir a qualidade da interface adesiva cerâmica compósito e deve ser substituído por outro mais adequado, como o teste de tração.

Schreiner et al. (1998) realizaram estudo com o objetivo de comparar a resistência de união de 5 adesivos aos testes de microtração e cisalhamento. Trinta terceiros molares não erupcionados (6 dentes por adesivo) foram preparados para os testes de microtração e 35 para os testes de cisalhamento. Os dentes recém-extraídos foram armazenados em solução de cloreto de sódio 0,9% (solução salina normal) a 4°C por no máximo 1 mês. Os dentes foram montados e seccionados na máquina Isomet em baixa velocidade, perpendicular ao seu longo eixo para remover a coroa, 2mm acima da linha cervical. A resina composta foi aderida aos dentes com os 5 adesivos testados. Os dentes foram novamente posicionados na máquina Isomet e seccionados em fatias de aproximadamente 1mm no sentido longitudinal. As fatias foram então desgastadas com broca na região da interface adesiva, originando corpos de prova em forma de ampola. Após novo armazenamento em solução salina por 24h, os espécimes foram colocados no aparelho de teste Bencor Multi-T com adesivo cianocrilato e, o conjunto encaixado em uma máquina universal de teste Instron, para a realização dos testes de microtração. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que os testes de cisalhamento produziram significativamente maior número de falhas coesivas na dentina e na resina que o método de microtração com isso, este último teste produz uma avaliação mais correta da resistência de união adesiva.

Kamada; Yoshida; Atsuta (1998) testaram o efeito do tratamento da superfície da cerâmica (Cerec 2) testando a força de resistência ao cisalhamento de 4 cimentos resinosos. As superfícies das cerâmicas para os 4 grupos testados foram tratados da mesma forma, através do condicionamento com ácido fosfórico e

aplicação do agente silano. A cerâmica do sistema Cerec 2 foram cimentadas com os cimentos resinosos (Super-Bond C&B, Panavia 21, Claparl, e Vita Cerec Dual Cement). Após as cimentações foram estocados em água e termociclados por 20.000 x antes do teste de cisalhamento, para avaliar a resistência de união. Concluíram que o condicionamento ácido e tratamento da cerâmica com o silano aumentaram a força de resistência adesiva dos cimentos resinosos.

Phrukkanon; Burrow; Tyas (1998a) avaliaram a influência da forma (cilíndrica ou retangular) e a extensão da área da superfície de união, sobre a resistência a microtração. Com bases nos resultados concluíram que não houve diferença entre os espécimes de secção cilíndrica ou retangular, enquanto, a extensão da área de união ( $3,1\text{mm}^2$  ou  $1,1\text{mm}^2$ ) produziu diferenças significativas nos valores de adesão. Afirmaram ainda, que a utilização em pequenas áreas de superfície, produzem valores de resistência de união maiores que aqueles que usam grandes áreas de união, devido aos poucos defeitos que existem em espécimes de menor área.

Cardoso; Braga; Carrilho (1998) avaliaram os testes de cisalhamento, tração e microtração, através de determinação da resistência de união de 3 sistemas adesivos. Os maiores valores de força adesiva e menor coeficiente de variação foram encontrados no teste de microtração (33,67%) quando à testes de tração (57,81%) ou cisalhamento (52,48%). Os autores concluíram que, o teste de microtração é uma alternativa viável para avaliação da resistência de união.

Liebenberg (1999) salientou que a adaptação de uma restauração é um dos critérios mais importantes que influenciam na longevidade clínica das restaurações indiretas em dentes posteriores. Os materiais restauradores devem assegurar adaptação externa e interna na tentativa de selar a restauração para prevenir cáries

recorrentes, injúrias pulpares e sensibilidade dentinária. Quanto menor a espessura de cimento, menor serão as falhas devido à dissolução dos cimentos tradicionais. Uma adequada adaptação nas margens dos inlays cerâmicos está relacionada à capacidade do clínico em realizar um bom preparo, e do laboratório em confeccionar a peça. Do ponto de vista terapêutico, a estética tem pouco valor, comparado a biofuncionalidade e a longevidade da interface dente e restauração influenciada pelo sistema adesivo e cimento resinoso utilizado.

Phrukkanon; Burrow; Tyas (1999) determinaram a influência da estrutura do substrato dentinário na resistência de união a microtração entre resina e dentina através de 2 sistemas adesivos (Single Bond, 3M Dental Products, St Paul, MN; MF-102 (experimental *self-etching primer*), GC Corporation, Tokyo, Japan). Os sistemas adesivos foram utilizados de acordo com as especificações dos fabricantes. Os espécimes foram cortados a fim de produzir um corpo de prova de 1,2 mm de diâmetro na interface adesiva. As interfaces adesivas foram fraturadas a uma velocidade de 1mm/min para o teste de microtração. As medias e a resistência adesiva foram comparada utilizando o teste estatístico de LSD, *one-way* ANOVA, e Student's t-test. As superfícies fraturadas foram observadas no microscópio eletrônico de varredura, e a frequência do modo de fratura foi comparada através do teste de Kruskal-Wallis and Mann-Whitney teste. O sistema adesivo Single Bond obteve alta resistência adesiva dependendo da localização da dentina ( $p < 0,05$ ). O adesivo experimental MF-102, não teve diferença estatística dependendo da localização da dentina ( $p > 0,05$ ). A força adesiva não foi influenciada pela orientação dos túbulos dentinários. Através dos resultados concluíram que o a resistência adesiva do sistema adesivo Single Bond é dependente da localização e desmineralização da dentina para obtenção de altos valores de resistência adesiva.



O *self-etching primer* experimental MF-102 produziu boa força adesiva e não foi dependente da localização do substrato dentinário.

Krämer et al. (1999) por 4 anos avaliaram em estudo clínico, as características de restaurações indiretas inlay e onlay de cerâmica IPS Empress cimentadas com o cimento resinoso Syntac Classic. Comprovaram que dentre as 96 restaurações avaliadas, houve 7% de fracasso, os quais, 4 inlays com fraturas e 3 dentes requereram tratamento endodôntico. As restaurações sobreviventes, no percentual de 79%, exibiram deficiências marginais independentes da combinação do cimento resinoso.

Diaz-Arnold; Vargas; Haselton (1999) revisaram 5 tipos de cimentos para a fixação de próteses, apresentando as vantagens, desvantagens e indicações de cada cimento resinoso. Segundo estes autores, cimentos resinosos são basicamente resinas compostas modificadas, já que apresentam igual matriz orgânica (BIS-GMA) e diluentes, diferindo no tipo e tamanho da carga inorgânica.

Van Dijken (1999) revisou a literatura sobre a classificação e avaliação clínica dos sistemas totalmente cerâmicos. Estes sistemas podem ser utilizados em facetas, inlay e onlay, coroas e próteses. As cerâmicas exibem excelente estética e são consideradas como um dos materiais odontológicos de melhor biocompatibilidade. As vantagens das cerâmicas, sobre a restauração direta de resina composta são: controle da contração de polimerização, melhor adaptação marginal e forma anatômica. As peças cerâmicas têm proporcionado uma alternativa para restaurações de amálgama e resina composta, devido a sua estabilidade de cor (estética) e melhor durabilidade. Inlay e onlay cerâmicos não são influenciados pela contração de polimerização, porém existe a possibilidade de desgastes do cimento adesivo e dos

dentes antagonistas. A adaptação marginal das cerâmicas depende da técnica utilizada, habilidade do profissional e do técnico de laboratório. Os cimentos resinosos de baixa viscosidade são indicados para as restaurações indiretas, por ter uma melhor adaptação marginal.

Malament e Socransky (1999) realizaram estudo clínico, para verificar o índice de sobrevivência das restaurações totalmente cerâmicas (Dicor), cimentadas com diferentes cimentos, no período de 14 anos. Concluíram que, os índices de sobrevivência na cavidade oral foram maiores nas restaurações cimentadas adesivamente (cimento resinoso), em relação às restaurações cimentadas de forma convencional (fosfato de zinco e ionômero de vidro).

Pashley et al. (1999) revisaram as várias modificações do teste de microtração, com o propósito de auxiliar os pesquisadores na seleção da configuração dos corpos de prova. Segundo os autores, a essência do teste de microtração se constitui na divisão dos dentes, na interface adesiva em dentina, em fatias que variam de 0,5mm a 1,0mm de espessura, as quais são desgastadas de forma que a força de tração irá concentrar-se na interface aderida durante o teste. Afirmaram que as vantagens deste método seriam a limitação da área de união originada pelo desgaste realizado nos espécimes e a produção de muitos corpos de prova. Além disto, os testes de microtração podem ser preparados sobre os dentes extraídos, iguais aos das restaurações clínicas, devido à superfície de união ser determinada após o procedimento adesivo, diferentemente dos testes tradicionais (tração e cisalhamento). Os espécimes podem ser seccionados em fatias de aproximadamente 1mm de espessura e podem ser, ainda, divididas ao meio, duplicando os corpos de prova que são posteriormente desgastados com broca na região da interface adesiva determinando a superfície de adesão. Após serem seccionados em fatias, os dentes,

alternativamente, podem ser girados em  $90^0$  e seccionados novamente, formando palitos de aproximadamente  $1\text{mm}^2$  que são submetidos aos testes neste formato ou desgastados na região da interface adesiva para diminuir ainda mais a superfície de adesão, obtendo, um cilindro com forma de ampulheta. Este teste, segundo os autores, pode ser utilizado para medir diferentes forças de união em diversas regiões de um mesmo dente, bem como comparar dentina de diferentes tipos, é a técnica ideal para avaliar a adesão de estruturas como resina a tecidos duros. Os autores concluíram que este teste, apesar de mais trabalhoso que os convencionais, oferece maior versatilidade e potencial para analisar a resistência de adesão dos materiais restauradores usados na odontologia.

Wegner e Kern (2000) investigaram a força de união elástica em combinações com cimento resinoso aderida a cerâmica zircônia, através de vários métodos. Os espécimes foram armazenados em água durante 2 anos e termociclados durante  $37.500 \times$  entre  $+5^0$  e  $+55^0 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Os resultados obtidos revelaram aproximadamente 40 MPa de resistência adesiva para o cimento resinoso Panavia Ex e para o cimento Panavia 21 de 44 MPa (Kuraray, Japão). As amostras que foram silanizadas e as amostras Kevloc-tratadas (Heraeus-Kulzer) falharam completamente.

Kramer e Frankenberger (2000) avaliaram em um estudo clínico o desgaste do cimento convencional de baixa viscosidade Variolink Low (Vivadent) e da resina composta híbrida Tetric (Vivadent) usado na cimentação de 39 inlays classe II em IPS Empress (Ivoclar Vivadent) após um período de 6 anos. Réplicas dos inlays foram mensuradas nas superfícies oclusais através de um scanner (Perthen) controlado por um software (Xpertt for Windows 95). Estas medidas foram obtidas por 6 anos a cada 12 meses. A perda de cimento resinoso possivelmente resulta em acúmulo de placa, coloração marginal, sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes ou perda

completa da restauração. De modo geral a perda de substância dentro da área livre de contato aumentou significativamente com o passar do tempo.

Segundo Antonson (2000) o teste de cisalhamento frequentemente produz fratura dos espécimes em áreas adjacentes à interface adesiva, o que porventura pode provocar erro de interpretação dos resultados. O autor pesquisou a hipótese de que o teste *short-bar chevron-notch* permitiria a fratura na interface adesiva. Utilizou no experimento 6 grupos, unindo a resina composta (Tetric Ceram) à cerâmica IPS Empress 2. Concluiu que, o teste *short-bar chevron-notch* produziu proporção significativa de fraturas na interface adesiva, em especial, nos espécimes com menor resistência de união. Avaliando as características das fraturas dos espécimes na interface adesiva entre resina e cerâmica submetida a testes de cisalhamento ou tração encontrou resultados tão inconsistentes, que, poderia levar à interpretações errôneas. Tais observações comprovam que, os testes não são ideais para medir a resistência de interfaces adesivas, pois o que está sendo avaliado é a forma de tratamento da cerâmica, e não a resistência de união da interface adesiva.

Lopes et al. (2001) avaliaram a resistência de união ao esmalte de 4 estruturas cerâmicas (IPS-Empress e IPS-Empress 2, Ivoclar;In-Ceram Alumina e In-Ceram Zircônia,Vita). Foram selecionados 40 caninos e pré-molares humanos divididos entre os grupos (n=10), polidos nas superfícies vestibulares com lixa. Todos os grupos foram cimentados com cimento resinoso Variolink II (Ivoclar-Vivadent). Dez cilindros de cada porcelana foram polidos e tratados conforme recomendações dos fabricantes. IPS-Empress e IPS Empress 2 foram condicionados com ácido hidrófluorídrico 9,5% por 60 e 20 s, respectivamente; In Ceram Zircônia e Alumina, foram jateados com óxido de alumínio. Depois de realizados os procedimentos adesivos, os corpos de prova foram submetidos a ensaio de cisalhamento na máquina

de ensaios Instron (1mm/min). O sistema IPS-Empress (Ivoclar) obteve média de união de 20,6 (6,5) MPa, enquanto o sistema IPS-Empress 2, (Ivoclar) foi de 37,2 (9,2) MPa. O sistema In Ceram Alumina fixou média de 7,2 (3,0) MPa. Concluíram que a cimentação adesiva com os sistemas cerâmicos que utilizaram o condicionamento com ácido hidrofluorídrico apresentaram resistência de união superior aos sistemas que utilizaram apenas o jateamento com óxido de alumínio.

Pinto et al. (2002) avaliaram, *in vitro*, a microinfiltração marginal cervical em restaurações indiretas de inlays de porcelana, cimentados com diferentes agentes cimentantes. Foram confeccionados 40 restaurações inlays de porcelana Ceramco II (Densply) com preparo (mesio-oclusal e disto-oclusal) e terminos cervicais em dentina foram confeccionadas em terceiros molares extraídos. Após a moldagem com silicona de condensação Optpsil/Xantropen (Bayer) foram confeccionados os inlays de porcelana (Ceramco II). Na partes internas das peças indiretas foi realizado jateamento com óxido de alumínio 50 micra, através do aparelho Microetcher mod.II, (Danville Enginerring Inc.-USA) para limpar e aumentar a retenção dos inlays. Os inlays foram cimentados com cimentos resinosos: Panávia (Kuraray Co. Ltda), Dual Cement (Vivadent), Enforce (Dentsply) e Resina Flow - Renamel (Cosmedent). Após termociclagem, os dentes foram colocados em solução de 50% de nitrato de prata e depois seccionados. Concluíram que ocorreu microinfiltração marginal na parede cervical, localizada em dentina, com todos os cimentos testados, sendo maior a infiltração com o cimento Dual Cement (Vivadent) e menor com Resina Flow - Renamel (Cosmedent).

Furukawa; Inai; Tagami (2002) avaliaram os efeitos de espessura e adesão de 3 cimentos resinosos na resistência à fratura, em combinação com resinas indiretas aderida ao substrato dentinário. Concluíram que a carga de fratura foi afetada pela

força de adesão à dentina. O efeito de densidades do cimento na carga de fratura foi desprezível. Quando uma restauração indireta é aderida ao substrato dental, a adesão do cimento resinoso ao dente é muito importante para a resistência de fratura de resina composta indireta.

Della Bona e Anusavice (2002) analisaram topograficamente cerâmicas condicionadas com diferentes ácidos. Para tanto, foram utilizados diferentes tipos de cerâmicas. Os espécimes foram polidos e condicionados com: bifluoretado de amônia por 1min, ácido hidrofluorídrico a 9,6 % por 2 min e fluoretado de fosfato acidulado por 2 min. Os autores sugeriram que o mecanismo de condicionamento é diferente entre os agentes condicionadores, sendo que o ácido hidrofluorídrico produziu padrão de condicionamento mais proeminente em todas as cerâmicas analisadas.

Mak et al. (2002) testaram a força de união a microtração ( $\mu$ TBS), para comparar 4 sistemas de cimentos resinosos (AC: All-Bond 2/Choice; RX: Single Bond/RelyX ARC; SB: Super-Bond C&B; e PF: Panavia F) com restaurações indiretas no substrato dentina. Foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o  $\mu$ TBS de restaurações indiretas, que foram cimentadas com os 4 cimentos de resina. A resistência adesiva mais alta foi verificada nos cimentos resinosos, All-Bond 2/Choice e Single Bond/Rely X CRA, o de mais baixa resistência adesiva foi do Panavia F ( $p < 0,05$ ). O cimento resinoso C&B revelou uma força de adesão intermediária, diferente dos outros grupos.

El Zohairy et al. (2003) investigaram a resistência a microtração ( $\mu$ TBS) e o modo de fratura dos cimentos resinosos, unidos a blocos cerâmicos CAD/CAM com vários tipos de tratamentos de superfície. Os blocos cerâmicos Cerec Vitablocs

receberam 3 tratamentos de superfície: 1) aplicação de resina adesiva (Adh); 2) cauterização com ácido de hidrófluorídrico e silano (HF+Si); 3) combinação dos 2 tratamentos prévios (HF+Si+Adh). Cimentados através dos cimentos resinosos, Tetric Flow, Nexus2, Rely X CRA, aplicados de acordo com as recomendações do fabricante. Os espécimes fraturados foram examinados com estereomicroscópio e SEM, para determinar o modo de fratura. A média de resistência a microtração  $\mu$ TBS dos 3 cimentos resinosos unidos à cerâmica HF+Si e HF+Si+Adh, foi, respectivamente, de 27 e 29,2 MPa. Os cimentos resinosos unidos ao substrato foi de 42,3 e 54,2 MPa, respectivamente. Os autores mostraram que o teste de microtração é um teste seguro para avaliação do cimento resinoso na interface adesiva entre cerâmica e dentina; quando utilizado o ácido HF em associação com o silano, aumentou a força de resistência a microtração.

Janda et al. (2003) avaliaram o método de tratamento da superfície de diferentes cerâmicas, para obter a melhor força de adesão entre o cimento resinoso Variolink II e: Empress II, InCeram-Alumina, InCeram-Zirconia e Frialit (ZrO<sub>2</sub>). Nenhuma diferença estatística foi observada entre Empress II e InCeram-alumina, bem como entre o InCeram-Zirconia e ZrO<sub>2</sub>. Porém, o Empress II e InCeram-alumina diferem significativamente do InCeram-Zirconia e ZrO<sub>2</sub>. InCeram-Zirconia e ZrO<sub>2</sub> revelam menos força de união, significativamente quando comparado com o grupo controle ( $p < 0,05$ ). Concluíram que a maior força de união do cimento resinoso as cerâmicas, foi obtido através do tratamento da peça com óxido de alumínio ou óxido de zircônio, e verificaram a importância da silanização para a obtenção de uma maior força de união ao cimento resinoso.

Ferrari; Dagostin; Fabianelli (2003) utilizaram 26 inlay em dentes preparados em classe II, com cerâmica IPS Empress e cimentados com 2 cimentos resinosos,

afim de testar a microinfiltração dos cimentos resinosos. Os espécimes foram divididos em 2 grupos: Grupo 1 - O inlay cerâmico foi cimentado com Excite DSC e cimento resinoso autocondicionante experimental (Multilink, Vivadent). O sistema adesivo Excite DSC foi auto-ativado e não foi usado o fotopolimerizador. Grupo 2 -Excite DSC em combinação com cimento resinoso dual (Variolink II, Vivadent) foi utilizado como grupo controle. O sistema adesivo Excite DSC foi separadamente fotopolimerizado por 20s, antes da aplicação do cimento resinoso. Nas margens cervicais, 80% das amostras do Grupo 1 mostraram selamento perfeito às margens de dentina e cimento e 90% nas margens de esmalte. No grupo 2, as amostras revelaram 50% de margens cervicais sem fendas e 80% às margens de esmalte na oclusal. Estatisticamente diferenças foram observadas, nas margens cervicais entre os 2 grupos na dentina, enquanto, nenhuma diferença significativa foi verificada no substrato esmalte. Concluíram que a combinação de cimento e sistema resinoso autopolimerizado possa selar corretamente inlay classe II. Diferentes cimentos resinosos em combinações com materiais e procedimentos podem afetar o efeito da cimentação dos inlays cerâmicos.

Pegoraro et al. (2003) testaram a compatibilidade de sistemas e cimentos adesivos simplificados e respectivos cimentos resinosos na adesão à coroas de resina e dentina. Coroas de resina indireta foram preparadas e cimentadas em superfícies de dentina de 30 molares. Foram cimentados através dos cimentos resinosos Panavia F/ED Primer (Kuraray), Rely X/ Single Bond (3M ESPE) e Bistite II SC/Bistite's Adhesive (Tokuyama). Os espécimes foram estocados em água por 24 h na temperatura de 37°C, foram seccionados gerando palitos de 0,8 mm<sup>2</sup> para o teste de microtração com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados não comprovaram semelhança com os 3 sistemas adesivos simplificados.



Johnson; Lepe; Bales (2003) avaliaram os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (RMGIC) e cimentos resinosos (CRC) em coroas metálicas. Os cimentos resinosos utilizados foram: RMGIC's 3M ESPE Rely X Luting (RXL) e GC Fuji PLUS Capsule (FP) e CRC's e Kuraray Panavia F (PF) e 3M ESPE Rely X Unicem Aplicap (RXU). Dentes recém-extraídos foram selecionados e preparados à superfície oclusal. Cimentados os cimentos resinosos de acordo com a norma do fabricante e termociclados entre temperatura de 5<sup>0</sup> a 55°C por 2500 ciclos. Os resultados foram analisados através do teste de ANOVA com SNK com comparação e determinaram as medias  $FP < PF < RXU = RXL$  ( $\alpha=0,05$ )  $FP-RMGIC$  4,0 (2,5) <  $PF-CRC$  5,7 (1,4) <  $RXU-CRC$  7,3 (1,4) =  $RXL-RMGIC$  8,0 (1,5). Concluíram que dos 4 cimentos resinosos os que obtiveram melhores resultados foram RXU e RXL.

Van Dijken (2003) avaliou 79 inlays cerâmicos IPS Empress cimentados com 2 agentes cimentantes quimicamente ativados, um ionômero de vidro reforçado com resina (Fuji Plus (F)) e um cimento resinoso (Panavia 21 (P)). Os inlays foram avaliados clinicamente, de acordo com critérios de USPHS modificados, depois de 6 meses, e anualmente durante 5 anos. Após 5 anos, 71 inlay foram avaliados. Foram observadas 2 fraturas parciais pequenas no período de 3 anos (1P, 1F); 1 inlay apresentou cárie na raiz radicular; 4 inlays, 2 em cada grupo mostraram alteração de cor não aceitável (2P, 2F); foram observados pequenos defeitos em 4 inlay (2P, 2F). Nenhuma diferença significativa em durabilidade foi observada entre os 2 agentes cimentantes.

Walter; Miguez; Pereira (2003) avaliaram a resistência a microtração de 2 cimentos resinosos autopolimerizáveis Unicem [RU (3M ESPE) ] e Panavia F [PF (Kuraray Medical Inc.)] e um cimento resinoso de ionômero de vidro FujiCEM [FC (GC Corporation)] cimentados em coroas e dentina intra-radicular. Após 24 h em água a

37C<sup>0</sup>, foram seccionados em palitos de 1mm<sup>2</sup> e fraturados para avaliação da resistência adesiva a microtração através de um dispositivo (EZ-test) com velocidade de 1mm/min. Os resultados analisados pelo teste estatístico de two-way ANOVA e Fisher's PLSD teste ( $p < 0,05$ ) foram: MPa  $\pm$  desvio-padrão (n) Coroas RU 20,3  $\pm$  4,6 (n= 24)a/ PF 8,2  $\pm$  3,7 (n= 8)b/ FC 4,53  $\pm$  0,7 (n= 24)c Canal RU 19,1  $\pm$  3,7 (n= 24)a/ PF 10,1  $\pm$  4,8 (n= 23)b/ FC 4,31  $\pm$  1,1 (n= 20)c; letras subscritas indicam diferença estatística ( $p > 0,05$ ). Concluíram que a resistência adesiva entre os materiais foi significativa ( $p < 0,0001$ ), a força de adesão dos cimentos testados, não obteve diferença estatística entre as coroas e dentina intra-radicular.

Bouillaguet et al. (2003) avaliaram a resistência adesiva dos cimentos resinosos na dentina intra-radicular. Utilizaram caninos humanos e pré-molares preparados para cimentação de pinos através dos cimentos resinosos SingleBond/Rely X CRA, ED Primer/Panavia F, C e B Metabond, e Fuji Plus. Os espécimes foram divididos em 2 grupos, raízes intactas e raízes cortadas ao longo eixo do elemento dental. Os pinos foram cimentados de acordo com as indicações dos fabricantes. Para raízes cortadas, os pinos foram diretamente aplicados sobre a dentina. Todas as raízes foram seccionadas em 0,6 mm, no sentido mesio-distal e fraturados com velocidade de 1 mm/min. Os resultados foram levados a análise estatística de ANOVA e de Tukey post hot, analisada a regressão linear para avaliar o efeito do local da dentina na resistência adesiva, e obtiveram os seguintes resultados: todos os cimentos mostraram diferença estatística significativas ( $p \leq 0,05$ ), baixas forças de adesão foram observados nas raízes intactas. As raízes cortadas apresentaram maior força de adesão. Os  $\mu$ TBS dos pinos para raízes intactas não apresentaram diferenças entre Single Bond/Rely X CRA e o Panavia F, mas ambos estavam significativamente abaixo ( $p \leq 0,05$ ) da força adesiva dos cimentos C e B

Metabond e Fuji Plus. Para o Single Bond/Rely X CRA e Fuji Plus uma diminuição significativa foi observada na resistência adesiva da dentina, quanto mais próxima do ápice radicular.

Trajtenberg; Pinzon; Powers (2003) compararam a força de adesão do cimento resinoso auto-adesivo UNICEM (UN, 3M ESPE) com 2 cimentos resinosos duais Calibra (C, Dentsply/Caulk) e Variolink (V, Ivoclar/Vivadent), no esmalte e dentina, usando 2 dispositivos de polimerização (dual e autopolimerização). Os resultados da força de adesão em MPa e desvio-padrão, foram: esmalte LC Un=7,0(6,1)/ C=24,4(6,5)/ V=25,6(6,4) SC Un=13,5(4,1)/ C=22,9(3,8)/ V=27,9(7,2). dentina LC Un= 14,6(8,9)/ C=24,6(4,9)/ V= 19,4(5,2) SC Un= 9,0(5,5)/ C= 3,7(0,9)/ V= 26,4(5,5). Os autores concluíram que o cimento auto-adesivo obteve menor força de adesão em relação aos outros cimentos duais.

## 2.2 Teste de microtração

Van Noort et al. (1991) analisaram através da técnica de elemento finito as formas convencionais de resistência de união. Os autores concluíram que os testes convencionais de tração e cisalhamento são altamente dependentes da geometria da interface testada, da natureza da força aplicada, e da presença ou ausência de excessos de adesivo sobre o substrato testado. Os autores relataram que a probabilidade dos defeitos dominarem a propagação de fraturas é muito alta, pois há uma distribuição não uniforme do estresse aplicado na interface.

Sano et al. (1994a) desenvolveram um novo método de teste para medir a resistência adesiva dos materiais ao substrato dentinário, denominado de teste de resistência por microtração. Este teste possibilita que a união dos materiais adesivos à dentina possa ser analisada em áreas adesivas diminutas, tais como, de  $0,5\text{mm}^2$  a  $1,0\text{mm}^2$ . Vários trabalhos informam que o modo de fratura dos espécimes no teste de microtração ocorre freqüentemente de forma adesiva. Raramente são vistas falhas coesivas favorecendo a avaliação verdadeira com a força de adesão entre as estruturas, porém, os resultados deste teste estão influenciados pela geometria dos espécimes e a ocorrência de distribuições de tensão não uniforme durante aplicação da carga.

Levando em consideração, a importância do mecanismo de teste em dentística, o teste de microtração foi conduzido por Sano et al. (1994b) para medir a máxima força de adesão, módulo de elasticidade, mineralização e desmineralização da dentina.

Pashley et al. (1995) revisaram a literatura sobre as metodologias

empregadas nos testes de união à dentina e listaram algumas vantagens e desvantagens do teste de microtração (QUADRO 1).

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Fratura dos corpos de prova predominantemente na interface adesiva	Fase laboratorial mais longa
Permite teste em áreas menores e superfícies irregulares	Técnica minuciosa
Fraturas podem ser vistas em MEV e TEM	Necessita de equipamento especial
Medias e valores podem ser calculados em apenas um dente	Corpos de prova sensíveis a manipulação e rapidamente desidratados
Menor número de espécimes	Dificuldade de medir resistências de união muito fraca

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens do teste de microtração.

O teste de microtração tem versatilidade, em relação a outros testes como cisalhamento ou tração, podendo comparar regiões ímpares, áreas de forma irregular, regiões onde os outros testes não conseguiriam, e permite avaliar resistência adesiva em diferentes áreas de um mesmo espécime (DELLA BONA; VAN NOORT, 1995). A utilização do teste de microtração abre um novo campo na área da pesquisa odontológica para avaliação da força de adesão, envolvendo interfaces adesivas.

Originalmente, o teste de microtração foi realizado pelo corte em pequenas fatias, conferindo ao corpo de prova um formato de ampulheta. A forma da secção transversal do corpo de prova, quadrada ou cilíndrica, não produz diferenças na

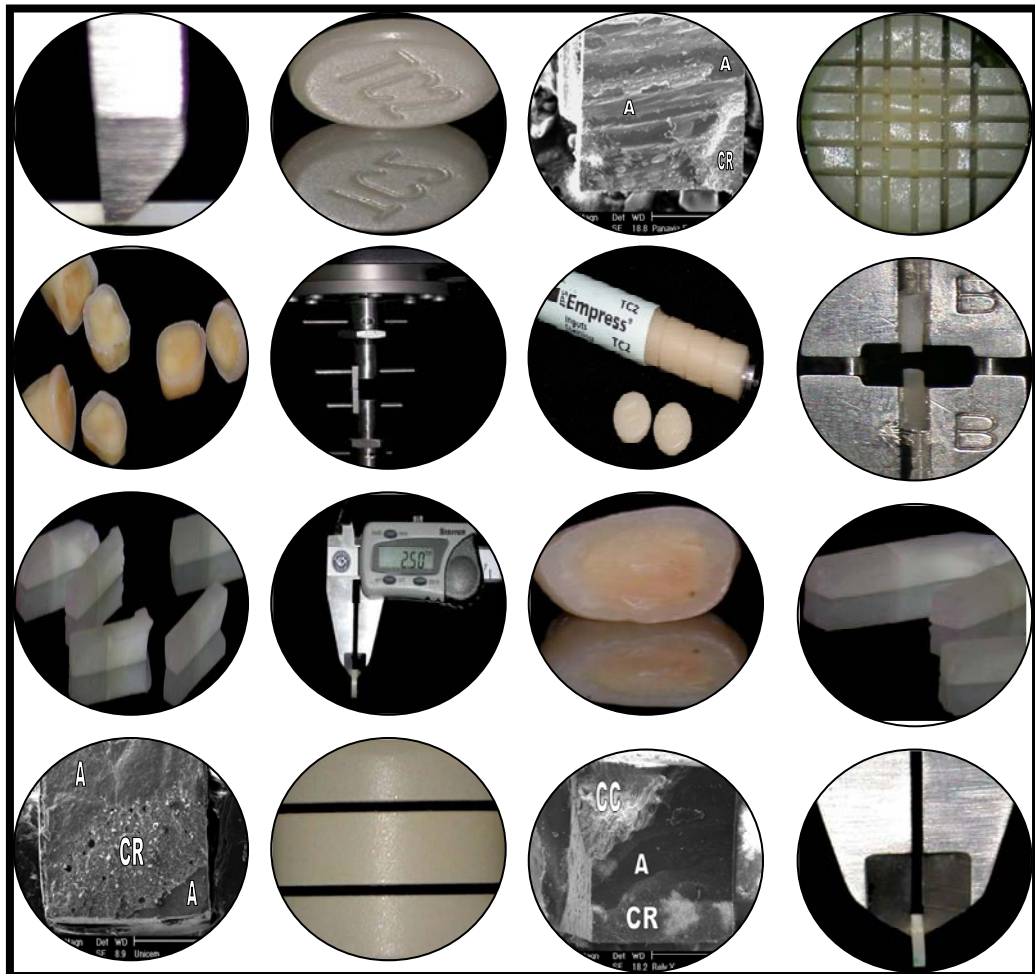
resistência de união (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998a). Porém, a vibração produzida pela utilização da ponta diamantada montada, em alta rotação, para confecção dos corpos de prova em formato de ampulheta ou alteres, a fim de reduzir a área da interface adesiva do espécime, pode eventualmente induzir estresse na interface adesiva durante a preparação, influenciando a força da união dos materiais testados, além da maior perda dos corpos de prova durante sua confecção. Atualmente, o método mais utilizado, é o que realiza 2 cortes em direção perpendicular, conferindo o aspecto de palitos longitudinais, permitindo a obtenção de um maior número de corpos de prova, de 25 a 40, com pequena secção transversal de  $0,7\text{mm}^2$  a  $1,0\text{mm}^2$ , a partir de uma única amostra. Este método, provoca menos estresse na união adesiva.

Para avaliar a força de união dos materiais à estrutura dental é freqüentemente utilizado o teste de cisalhamento, resultando na maioria das vezes em fraturas coesivas, na região do substrato ou no material testado, devido à área de contato ser relativamente extensa, variando de  $7\text{mm}^2$  a  $11\text{mm}^2$ . Dificilmente essas fraturas ocorrem na área adesiva. Deste modo a fratura do corpo de prova revela um resultado limitado sobre a verdadeira força de adesão (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998b). Frente às limitações presentes neste método convencional, buscaram um método que provocasse estresse mais uniforme durante o teste, ocorrendo à falha de união na interface adesiva.

Os resultados do teste de cisalhamento em relação ao teste de microtração são influenciados pelos padrões de distribuição não uniforme, pela tensão aplicada, com concentrações de tensões em certos locais nos espécimes. Por outro lado, como o corpo de prova do teste de microtração possui dimensões diminutas na interface de

união, reduzem o número destes defeitos resultando em uma distribuição mais uniforme das tensões aplicadas (PASHLEY et al., 1999).

Para a fratura dos corpos de prova é necessário um equipamento especial. O dispositivo especial utilizado, desenvolvido e aplicado neste trabalho é de Geraldeli (PERDIGÃO et al., 2002). Este tem a função de facilitar o alinhamento e a colocação dos palitos em aletas, que garante aplicação de forças puras de tração, evitando forças de torção, durante a carga aplicada à amostra, diferentemente do que pode ocorrer com o corpo de prova utilizado com o dispositivo Bencor Multi-T, que porventura pode ser assentado em uma posição incorreta, e gerar uma força de torção capaz de interferir de forma decisiva nos resultados. O dispositivo de Geraldeli é composto de 2 barras de aço inoxidável, que são articuladas e presas uma a outra, através de uma barra de metal, permitindo o movimento da dobradiça em 2 partes, esta assegura a aplicação de uma força pura ao espécime seccionado. É utilizado acoplado a máquina de ensaios universal (Instron, Modelo 4444, Canton, Ma, USA) com velocidade de 0,5 mm/min.



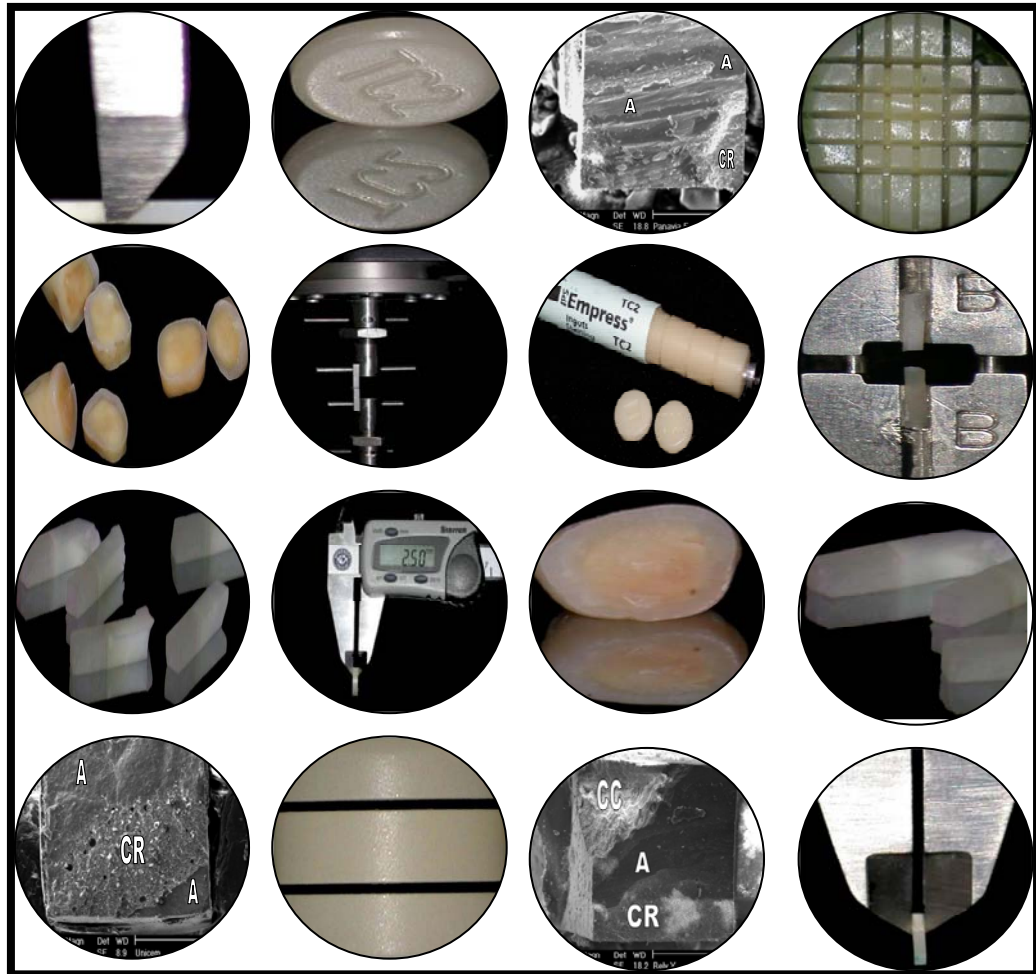
PROPOSIÇÃO



### 3 PROPOSIÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo;

- a) testar, *in vitro*, diferentes cimentos resinosos na resistência da união a microtração nas interfaces adesivas entre cerâmica e dentina;
- b) avaliar o modo de fratura dos corpos de prova nas interfaces adesivas classificá-las de forma coesiva, adesiva ou mista.



## MATERIAL E MÉTODOS

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Seleção dos dentes**

Foram utilizados 16 dentes recém-extraídos, livres de cárie, trincas ou fraturas, sendo armazenados em água destilada. Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Catarina – Projeto nº 169/2002.

### **4.2 Preparo dos dentes**

Os dentes foram cortados no sentido horizontal, através de um disco de diamante sob refrigeração (Isomet 1000, São Paulo, Brasil), para remoção do esmalte oclusal. A seguir, as superfícies oclusais foram polidas com lixa de granulação 360, 600 sobre refrigeração em uma politriz (Panambra, São Paulo, Brasil), a fim de padronizar os espécimes, expondo a dentina superficial e formando o esfregaço dentinário. A superfície desgastada foi examinada com lupa estereoscópica em 50x de aumento, para certificação de que nenhum esmalte remanescente fosse deixado. As raízes foram removidas e a câmara pulpar foi preenchida com resina flow com o intuito de não deixar espaço vazio (FIG.1), em seguida, armazenados em água destilada em temperatura ambiente por um prazo máximo de 24 h.



Figura 1 – Preparo e seleção dos dentes.

#### 4.3 Preparo da peça

O sistema IPS-Empress 2 é disponibilizado em lingotes pré-ceramizados e pré-coloridos (FIG. 2).



Figura 2 – Lingotes de cerâmica IPS Empress 2.

Os lingotes foram seccionados de forma a gerar uma pastilha de 2,5 mm (FIG. 3 a 5). Uma das superfícies de cada bloco cerâmico foi polida em uma politriz (Panambra, SP, Brasil) sob refrigeração com lixas d'água (3M ESPE Co, Sumaré, Brasil) em ordem decrescente de granulação 220, 360 e 600, respectivamente, com o objetivo de padronizá-las. Após foram lavadas em água corrente e secas com ar

comprimido.

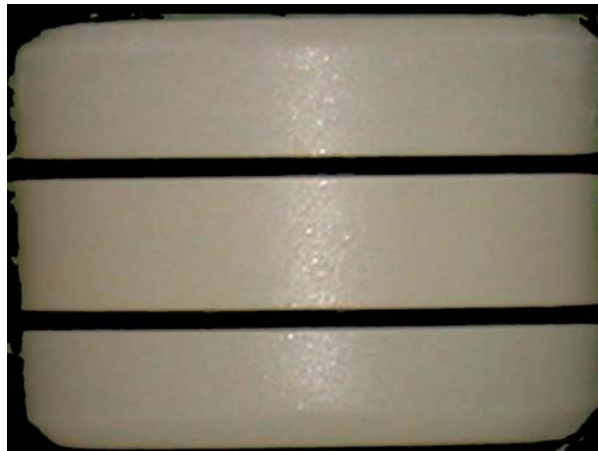


Figura 3 – Lingote seccionado de forma a gerar pastilha de 2,5 mm.



Figura 4 – Pastilha seccionada.



Figura 5 – Pastilha de IPS Empress 2 com 2,5mm.

A superfície polida de cada bloco cerâmico foi jateada durante 15s com óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 50 $\mu\text{m}$  (Knebel produtos Dentários, RS, Brasil) com distância de 5cm em movimentos circulares, através de um microjateador (F & F Equip. Méd. Odonto. Araraquara, SP), e limpos em ultra-som (Ultrasonic Ceaner 1440 D, Odontobras,SP,Brasil) com água destilada por 10 min. Em seguida, a superfície seccionadas das pastilhas do IPS Empress 2 receberam tratamento seguindo a norma do fabricante: condicionadas com ácido hidrofúorídrico a 4% (Porcelain etch, Bisco Schaumburg,IL 60193,USA) durante 20 s, removido o ácido com água por 30s, seco com ar, seguido da aplicação do silano do cimento resinoso. Após o tratamento das pastilhas de IPS Empress 2 as mesmas foram divididas em 4 grupos.

#### **4.4 Formação dos grupos**

Após o preparo das superfícies de teste e armazenagem em água destilada, os espécimes foram lavados com água corrente e secos com ar comprimido. Foram aplicados os cimentos resinosos de acordo com as instruções do fabricante (ANEXO 1).

Grupo 1 (G1) – Aplicação do silano Scotchprime Ceramic Primer (3M ESPE) com pincel descartável microbush por 5 s na peça e seco suavemente com ar isento de óleo. Foi aplicado ácido fosfórico a 35% por 15 s no substrato dentinário, lavado por 30 s com água, através da seringa tríplice, o excesso de água foi removido com bolinhas de algodão, ficando a superfície do dente com aspecto ligeiramente úmido. Após foi aplicado 2 camadas consecutivas do sistema adesivo Single Bond (3M

ESPE), foi seco com leve jato de ar, durante 5 s e fotopolimerizado por 10 s, dispensado o cimento resinoso Rely X CRA (3M ESPE) (FIG. 6) sobre a placa de manipulação, misturando a pasta base e catalisadora por 10 s, e com a espátula foi inserido o cimento resinoso na peça e no dente preparado; a peça foi assentada com suave e constante pressão. Para a fotopolimerização do cimento resinoso foi utilizado o aparelho fotopolimerizador, XL 2500 (3M ESPE) com intensidade de luz ( $450\text{mW}/\text{cm}^2$ ) mensurada previamente a sua utilização, através do radiômetro de cura (Demetron) fotopolimerizado por 10 s por oclusal, e removido os excessos com lâmina de bisturi nº12 e sonda exploradora (Feather Safety Razor CO., Ltd.). A fotopolimerização final foi iniciada por oclusal e estendida para todos os lados da peça (mesial, distal, vestibular e lingual) durante 40 s para cada lado.

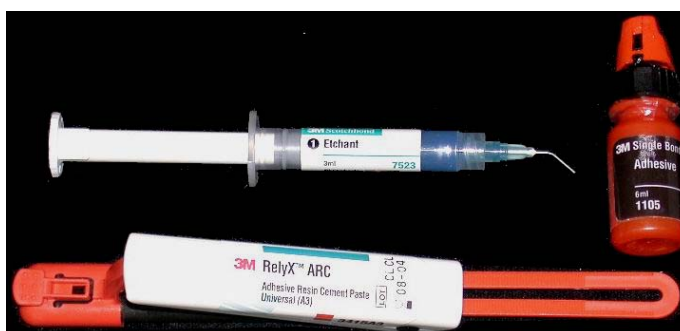


Figura 6 – Sistema e cimento resinoso Rely X CRA.

Grupo 2 (G2) - Aplicação do silano Monobond -S (Vivadent) com pincel descartável microbush por 5 s na peça, após 60 s é seca suavemente com ar isento de óleo. Foi aplicado ácido fosfórico a 35% por 15 s no substrato dentinário, lavado por 30 s com água através da seringa tríplice, o excesso de água foi removido com bolinhas de algodão, deixando a superfície do dente com aspecto ligeiramente úmido. No momento da cimentação aplicou-se o sistema adesivo dual Excite DSC mono dose (Ivoclar – Vivadent) sobre a superfície condicionada e silanizada protegendo-o da luz

em um recipiente (Vivapad, Ivoclar – Vivadent), para evitar polimerização prematura. Com aplicador descartável microbush foi aplicado na dentina o adesivo dual Excite DSC mono dose (Ivoclar – Vivadent) por 10 s, seco com leve jato de ar, durante 5 s. Dispensado o cimento resinoso Variolink II (Ivoclar – Vivadent) (FIG. 7) sobre a placa de manipulação, misturando a pasta base e catalisadora por 10 s, e com a espátula foi inserido o cimento resinoso na peça e no dente preparado, em seguida a peça foi assentada. A fotopolimerização e a remoção dos excessos ocorreu igualmente ao cimento resinoso Rely X CRA.



Figura 7 – Sistema e cimento resinoso Variolink II.

Grupo 3 (G3) – Foi aplicado o silano com associação de 2 materiais: 1) primer do Clearfil SE Bond 2) ativador da união a porcelana do Clearfil (Clearfil Porcelain Bond Activator) com pincel descartável microbush durante 5 s e seco suavemente com ar isento de óleo. A mistura dos agentes adesivos ED Primer A e B, foi aplicado por 60 s, seca com leve jato de ar, dispensado o cimento resinoso Panavia F (Kuraray)



(FIG. 8) sobre a placa de manipulação. O cimento resinoso, pasta base e catalisadora foi misturada por 10 s com uma espátula e inserida na peça e no dente preparado. Em seguida a peça foi assentada com suave e constante pressão.



Figura 8 – Sistema e cimento resinoso Panavia F.

Para a fotopolimerização do cimento resinoso foi utilizado o aparelho fotopolimerizador, XL 2500 (3M ESPE) com intensidade de luz ( $450\text{mW}/\text{cm}^2$ ) mensurada previamente a sua utilização, através do radiômetro de cura (Demetron), fotopolimerizado por 20 s por oclusal. Os excessos foram removidos com lâmina de bisturi nº12 e sonda exploradora (Feather Safety Razor CO., Ltd.); coloca-se sobre as margens da restauração o gel Oxyguard II para inibir o contato com o oxigênio aguardando-se 3 min.

Grupo 4 (G4) - Aplicação do silano Scotchprime Ceramic Primer (3M ESPE) com pincel descartável microbush por 5 s na peça e seco suavemente com ar isento de óleo. O aparelho ativador foi colocado sobre uma superfície plana e fixa. Foi introduzida a cápsula do cimento resinoso no ativador com o bico de aplicação para cima, encaixado ao entalhe. A alavanca de ativação foi pressionada, lentamente

para baixo até o encosto, e mantê-la sob pressão de 2 a 4 s. Este modo de procedimento foi obrigatoriamente observado, para evitar um endurecimento antecipado do material na cápsula. Após, colocar a cápsula no misturador Aplicap por 15 s. Inseriu-se a cápsula no aplicador (FIG. 9) para inserção do cimento resinoso Unicem (3M ESPE) na peça e no dente preparado. A alavanca dosadora

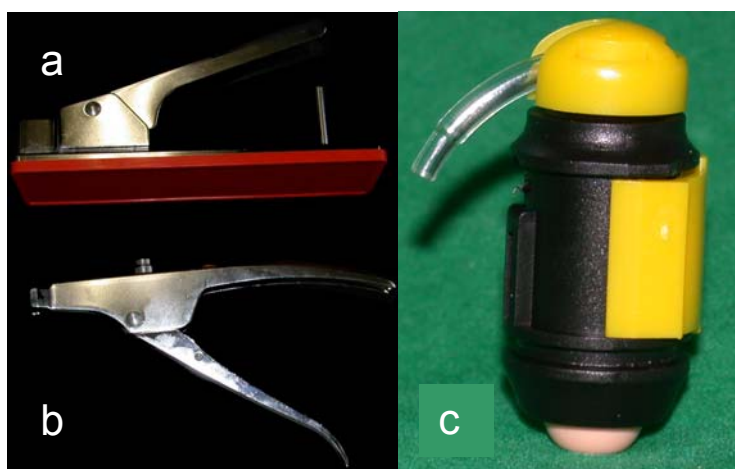


Figura 9 – Dispositivos auxiliares do cimento resinoso Unicem:

- a) alavanca de ativação;
- b) aplicador;
- c) cimento resinoso Unicem.

foi puxada e inserido o cimento resinoso na peça e no dente preparado, a peça foi assentada com suave e constante pressão. A fotopolimerização e a remoção dos excessos ocorreu igualmente ao cimento resinoso Rely X CRA.

Depois das cimentações das coroas com os seus respectivos cimentos adesivos nos grupos testados (QUADRO 2), os espécimes antes de serem submetidos aos cortes, foram armazenados em água destilada a 37 °C, por um período de 24 h.

Grupo	Ácido	Sistema adesivo	Cimento dual	Fabricante
G1	Fosfórico 35%	Single Bond	Rely X CRA	3M ESPE
G2	Fosfórico 35%	Excite DSC	VariolinK II	Ivoclar-Vivadent
G3	--	ED primer	Panavia F	Kuraray
G4	--	--	Unicem	3M ESPE

Quadro 2 – Formação dos grupos.

#### 4.5 Corte dos blocos

Os espécimes foram cortados longitudinalmente com um disco de diamante (Buehler, modelo 11 – 4253, série 15 LC, Lake Bluff, ILL 6004, USA) com a máquina Isomet 1000 (Buehler, Lake Forest, IL, USA) em baixa velocidade sob refrigeração. Cada espécime foi cortado no sentido cerâmica - dente em palitos de 1mm de espessura no sentido mesio-distal perpendicular a interface adesiva. Após, os espécimes foram posicionados no sentido vestibulo-lingual (girados 90°) e seccionados perpendicularmente à interface adesiva gerando palitos de 1mm<sup>2</sup>. O resultado dos cortes foi à obtenção de palitos, formado por uma parte de cerâmica IPS Empress 2 e a outra do substrato dentinário, entre estas 2 estruturas encontra-se o cimento resinoso. Antes do segundo corte, a porção mais central, cerca de 6 mm<sup>2</sup> do espécime, foram marcados com tinta preta afim de padronizar a área a ser observada (FIG. 10).

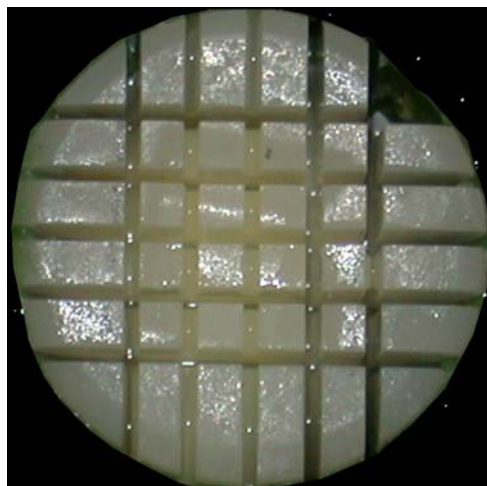


Figura 10 – Seleção após o corte dos palitos localizados na área pré-demarcada (6mm<sup>2</sup>).

Em alguns casos, durante o segundo procedimento de corte aconteceram rompimentos prematuros do cimento resinoso, em relação à peça cerâmica e ao substrato dentina (TAB. 1).

Tabela 1 – Palitos perdidos durante o teste.

<b>Grupo</b>	<b>Total de amostra</b>	<b>Palitos totais</b>
Rely X CRA	54	64
Varolink II	49	64
Panavia F	50	64
Unicem	46	64

Foram selecionados, após o corte dos espécimes, os palitos localizados na área pré-demarcada (FIG.11), os outros foram desprezados. Os palitos do centro da restauração foram selecionados, e medidos com calibrador digital (Paquímetro digital, Starret tools, 727, Brasil) antes de ser levado à máquina de teste de microtração (FIG. 12).



Figura 11 – Palitos após o corte.

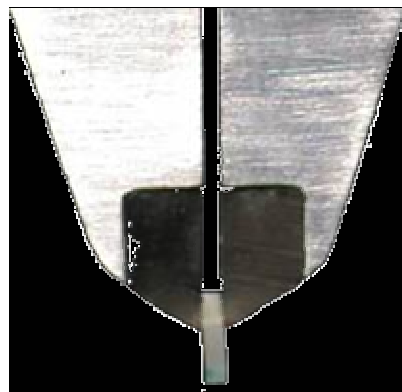


Figura 12 – Palitos medidos com um paquímetro digital.

#### 4.6 Teste de microtração

No teste de microtração, os palitos foram colados com adesivo à base de cianocrilato, em dispositivo especial para microtração Geraldeli (FIG. 13) (PERDIGÃO et al., 2002) acoplado à máquina de ensaio universal Instron, Modelo 4444 (Instron, Canton, MA, USA) com velocidade de 0,5 mm / min. Previamente ao teste, a área da interface adesiva dos palitos foi computada no programa Instron Series IX (Instron, Canton, MA, USA). A força de ruptura foi aferida em Newtons e dividida pela área da secção transversal de união, sendo expressa em megapascals.

#### 4.7 Dispositivo para o teste de microtração

O dispositivo de Geraldeli, utilizado para testar a resistência adesiva, foi projetado para facilitar o alinhamento preciso dos palitos, garantindo a aplicação de forças puras de tração evitando forças de torção, durante a carga aplicada à amostra (FIG. 13). O dispositivo é composto de 2 barras de aço inoxidável, que são articuladas e presas uma a outra, através de 2 cilindros de barra de metal.

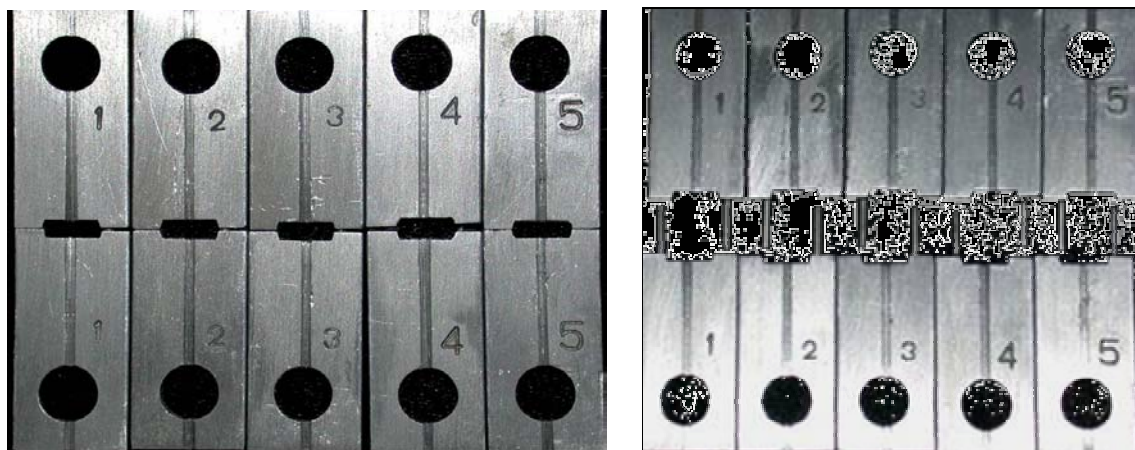


Figura 13 – Dispositivo para o teste de microtração (Geraldeli).

O dispositivo de Geraldeli permite movimento de dobradiça das 2 partes e assegura aplicação de uma força pura ao espécime seccionado, é utilizado acoplado a máquina de ensaios universal (Instron, Modelo 4444, Canton, Ma, USA) com velocidade de 0,5 mm/min. O design deste dispositivo contém uma aleta no centro, que assegura em grande parte a eliminação do posicionamento errado dos palitos, garantindo a aplicação de forças puras de tração, evitando forças de torção, durante a carga aplicada à amostra (FIG. 14).

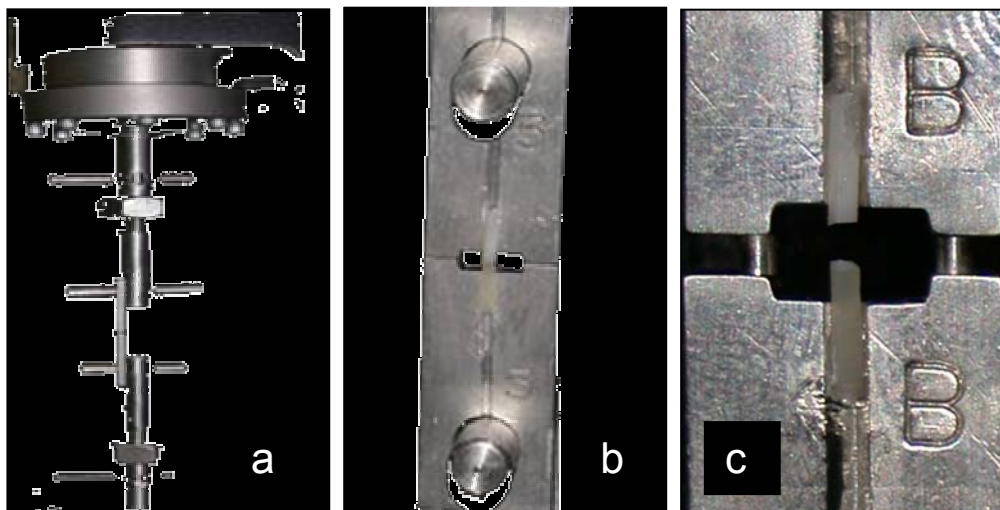


Figura 14 – a) dispositivo de microtração acoplado a máquina de ensaios universal;  
b) corpo de prova colado ao dispositivo de microtração;  
c) fratura do corpo de prova.

#### 4.8 Análise do tipo de fratura

Para determinar o tipo de fratura todos os espécimes foram observados no microscópio óptico e microscópio eletrônico de varredura. As superfícies fraturadas foram classificadas do seguinte modo: Fratura A = adesiva entre cimento resinoso e dentina; Fratura B = adesiva entre cimento resinoso e cimento; Fratura C = falha coesiva na dentina; Fratura D = falha coesiva na cerâmica; Fratura E = falha coesiva no cimento; Fratura F = mista (envolve 2 tipos de fratura ao mesmo tempo) (QUADRO 3). Para observação ao microscópio eletrônico de varredura Phillips XL-30 (Phillips Electric Corp, Eindhoven, The Netherlands), os palitos foram montados em porta amostras, recobertos metalicamente com Ouro/Paládio (Bal-Tec SCD005, Liechtenstein) e analisados ao microscópio eletrônico de varredura sob corrente de 15 a 20 KV com aumentos de 20 a 100x.

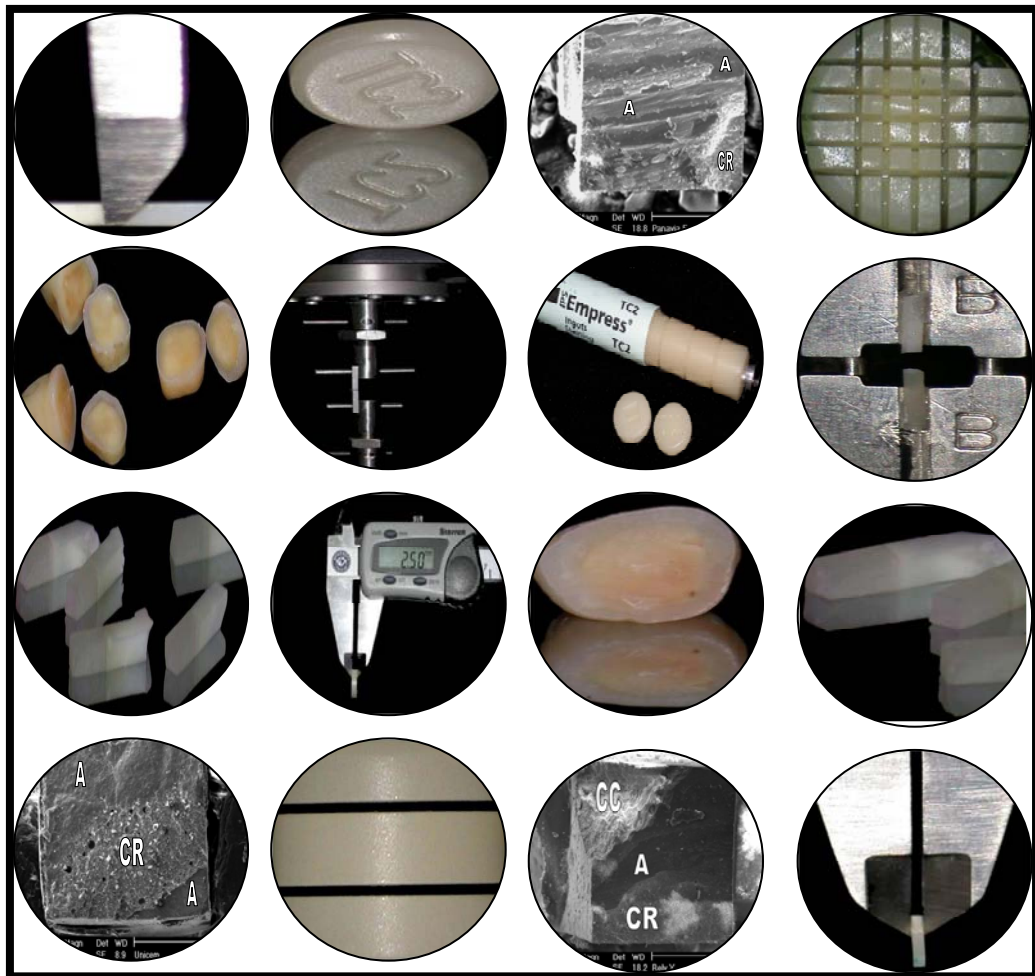
<b>Tipos de fratura</b>
Fratura A = adesiva – dentina/cimento.
Fratura B = adesiva - cerâmica/cimento.
Fratura C = coesivo na dentina.
Fratura D = coesivo na cerâmica.
Fratura E = coesiva no cimento.
Fratura F = mista.

Quadro 3 – Classificação do tipo de fratura.

#### **4.9 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos análise de tratamento estatístico pelo método de Anova (análise de variância paramétrica), com nível de confiança de 95%, possibilitando assim a sua interpretação.





RESULTADOS

## 5 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em forma de tabelas e gráficos.

### 5.1 Resistência de união a microtração

Foi observado diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a resistência adesiva dos cimentos resinosos na interface adesiva entre cerâmica (IPS Empres 2) e o substrato dentinário (TAB. 2) (GRAF. 1). O  $\mu$ TBS mais alto foi do cimento resinoso Rely X CRA/Single Bond. O mais baixo  $\mu$ TBS foi produzido pelo cimento Unicem que foi significativamente diferente dos outros 3 cimentos resinosos ( $p < 0,05$ ). Os cimentos Variolink II e Panavia F produziram uma resistência adesiva intermediária que também foi significativamente diferente de todos os outros, mas, entre estes 2 cimentos resinosos nenhuma diferença significativa foi observada.

Tabela 2 – Resultados da resistência de união a microtração.

<b>Grupo</b>	<b>Total Amostra</b>	<b>Média (em MPa)</b>	<b>Desvio- padrão</b>	<b>Mínimo (em MPa)</b>	<b>Máximo (em MPa)</b>	<b>CV<sup>(1)</sup></b>
Rely X CRA	54	17,90	3,53	11,60	27,44	19,71%
Varolink II	49	15,95	3,07	6,22	22,52	19,26%
Panavia F	50	15,58	2,90	8,33	22,89	18,61%
Unicem	45	8,41	2,54	3,93	12,62	25,15%

(1) Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o desvio-padrão em relação a média. É o valor do desvio-padrão dividido pela média.

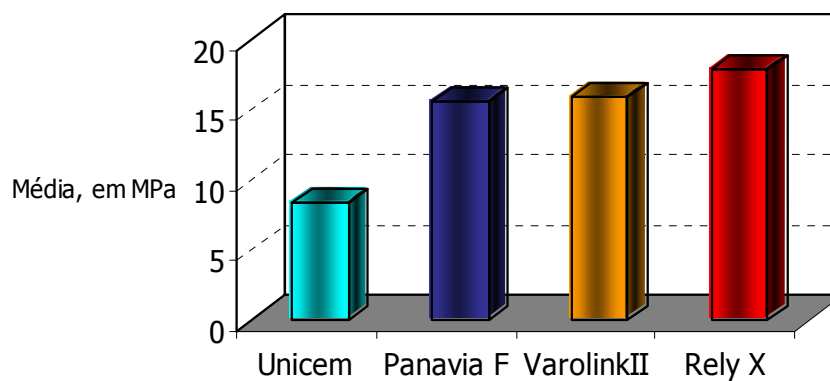


Gráfico 1 – Médias dos grupos estudados.

Tabela 3 – Comparações entre os grupos estudados, análise de variância (ANOVA) e múltipla de Tukey.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value	Resultado
Modelo	3	2447,42	815,81	87,57	<0,0001	Rejeita $H_0$
Erro	194	1807,40	9,32			
Total	197	4254,82				

## Resultados

Hipótese a ser testada:

$H_0$ : Não há diferença entre as forças médias, medidas nos grupos estudados.

$H_1$ : Existe diferença entre os grupos estudados.

Resultado da análise de variância:

Conclusão estatística – Rejeita a hipótese de igualdade entre os grupos.

Resultado da comparação múltipla de Tukey (grupos ligados, não foram observados diferença estatística entre as médias).

Tabela 4 – Resultado da ANOVA e comparação múltipla de Tukey.

<b>Grupo</b>	<b>Média</b> (em MPa)
Unicem	8,41
Panavia F	15,58
Variolink II	15,95
Rely X CRA	17,90

Conclusão estatística – Existe diferença entre os grupos. O grupo mais resistente, em média, foi o Rely X CRA. Os grupos Variolink II e Panavia F mostraram ter o mesmo efeito (a diferença entre as médias não é significativa) e o grupo Unicem é o menos resistente.

## 5.2 Análise do tipo de fratura

As fraturas dos 4 cimentos resinosos foram analisadas no microscópio eletrônico de varredura e categorizadas como: Fratura A = adesiva entre cimento resinoso e dentina; Fratura B = adesivo entre cimento resinoso e cimento; Fratura C = falha coesiva na dentina; Fratura D = falha coesiva na cerâmica; Fratura E = falha coesiva no cimento; Fratura F = mista (envolve 2 ou mais tipos de fratura no mesmo

corpo de prova).

Diferenças nos modos de fraturas foram observadas nos grupos.

Tabela 5 – Fraturas observadas no Microscópio Eletrônico de Varredura.

	<b>Fratura A</b>	<b>Fratura B</b>	<b>Fratura C</b>	<b>Fratura D</b>	<b>Fratura E</b>	<b>Fratura F</b>
RelyX CRA	—	5	—	—	3	46
Variolink II	5	8	—	—	2	34
Panavia F	6	6	—	—	20	18
Unicem	12	15	—	—	8	10

Os tipos de fraturas observados nos grupos testados foram predominantemente nas interfaces adesivas, devido à composição do substrato testado ser mais elástico do que as estruturas estudadas (IPS Empress 2 e dentina) (FIG.15 a 22). Os cimentos resinosos Rely X CRA e Variolink II obtiveram a maioria das fraturas mistas (coesiva de cimento resinoso e coesiva de cerâmica) ocorrendo na interface entre cerâmica e cimento resinoso (FIG. 16 e 17).

As fraturas dos corpos de prova do cimento resinoso Panavia F foram em grande parte coesivas no cimento resinoso (FIG. 20), e no cimento resinoso Unicem as fraturas dos corpos de prova foram predominantemente adesivas, tanto na interface entre cerâmica e cimento como na interface cerâmica e dentina (FIG.21 e 22).

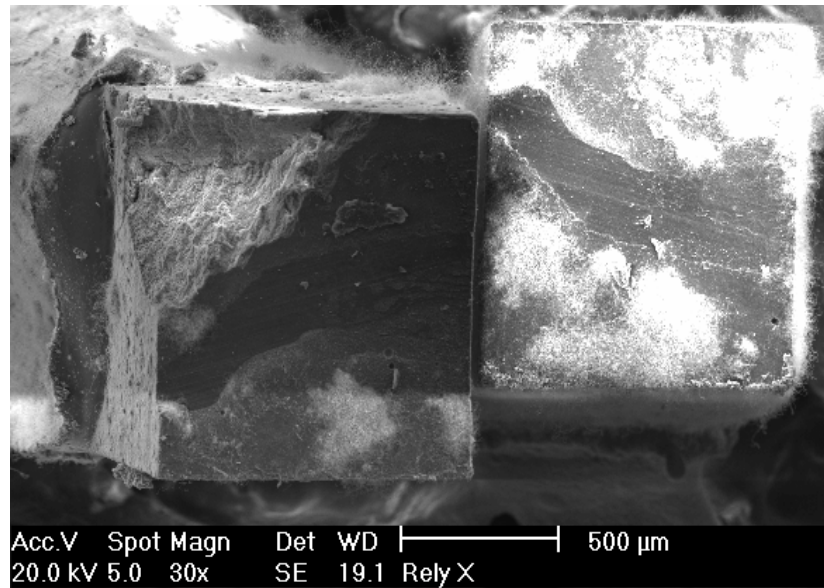


Figura 15 – Grupo 1 (Rely X CRA/Single Bond) - Fotomicrografia das superfícies adesivas do corpo de prova fraturado e montadas para observação no MEV.

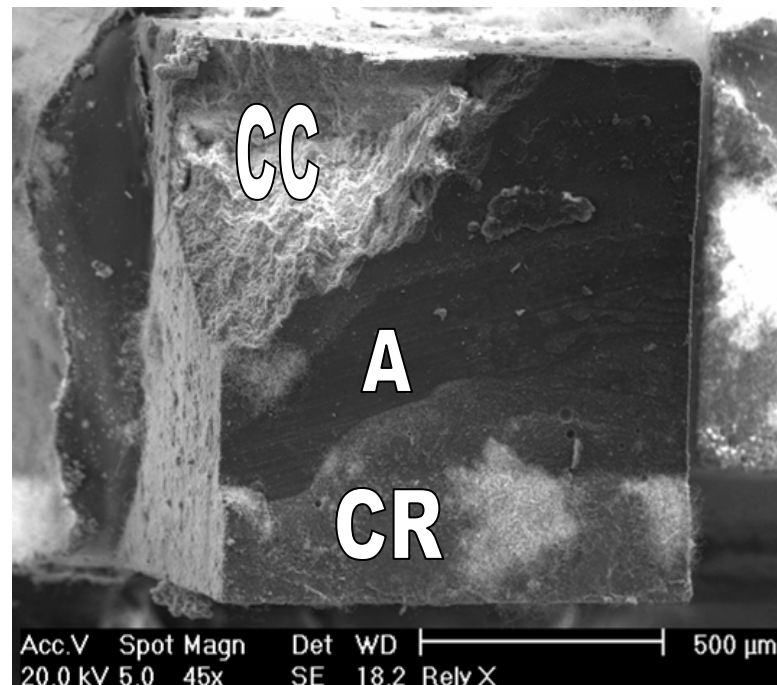


Figura 16 – Grupo 1 (Rely X CRA/Single Bond) - Fotomicrografia mostrando o lado da cerâmica após a ruptura do palito. Exemplo típico do tipo de fratura predominante neste grupo mista: fratura coesiva da cerâmica (CC), fratura coesiva do cimento resinoso (CR) e falha adesiva entre o cimento resinoso e a cerâmica (A).

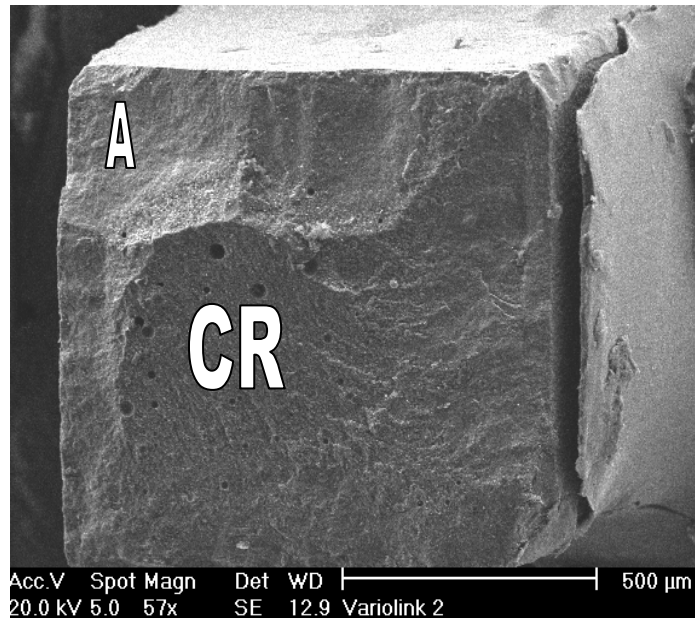


Figura 17 – Grupo 2 (Variolink II/Excite DSC) - Fotomicrografia mostrando o lado da dentina após a ruptura do palito. Exemplo típico do tipo de fratura predominante neste grupo mista: fratura coesiva do cimento resinoso (CR) e falha adesiva entre o cimento resinoso e a dentina (A).

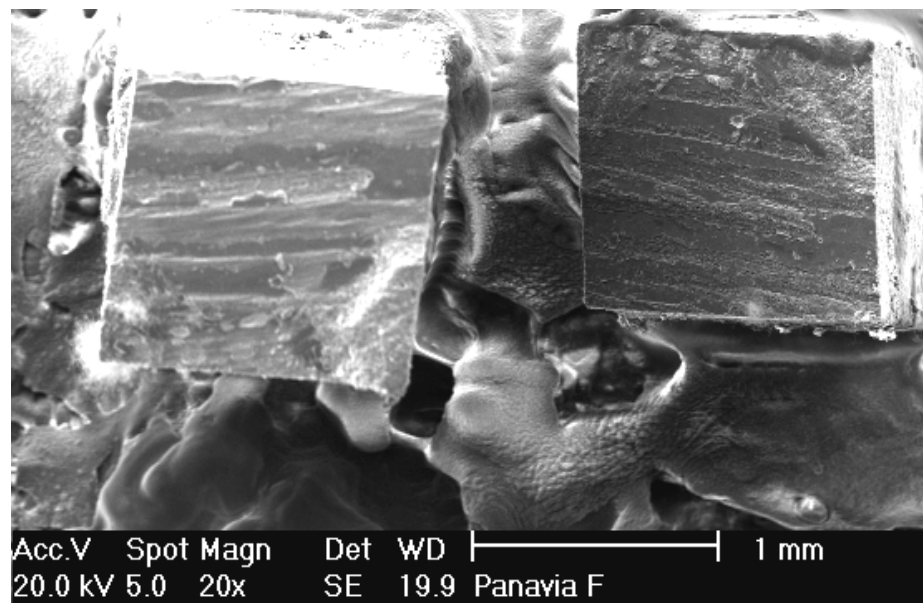


Figura 18 – Grupo 3 (Panavia F/ED Primer) - Fotomicrografia das superfícies fraturadas do corpo de prova e montadas para observação no ME V.

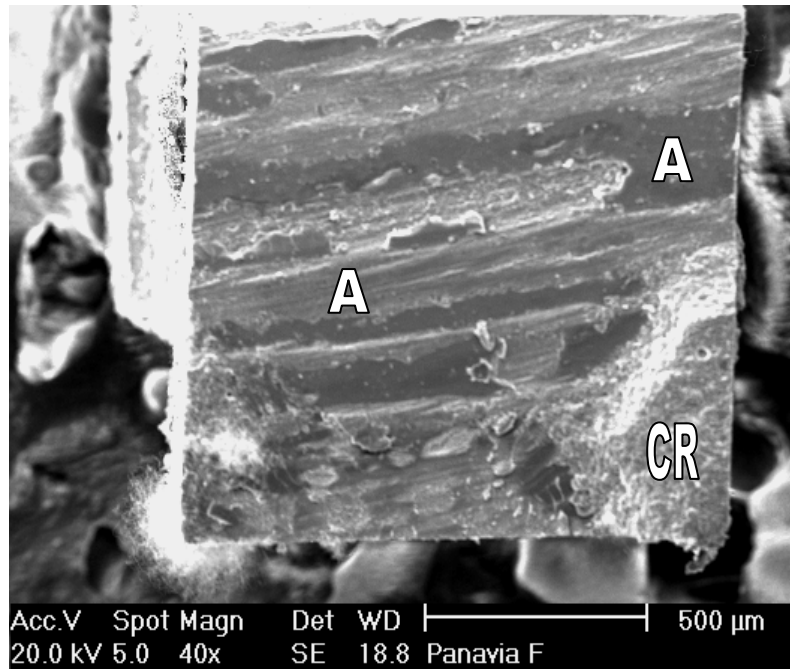


Figura 19 – Grupo 3 (Panavia F/ED Primer) - Fotomicrografia mostrando o lado da dentina após a ruptura do palito. Exemplo do tipo de fratura mista: fratura coesiva do cimento resinoso (CR) e falha adesiva entre o cimento resinoso e dentina (A).

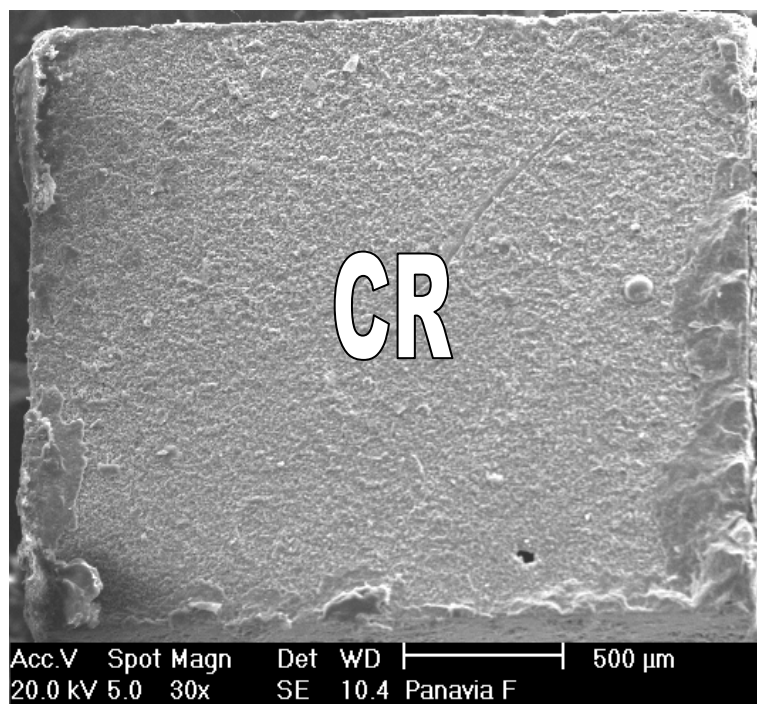


Figura 20 – Grupo 3 (Panavia F/ED Primer) - Fotomicrografia mostrando o lado da dentina após a ruptura do palito. Exemplo típico do tipo de fratura predominante neste grupo (coesiva): fratura coesiva do cimento resinoso (CR).



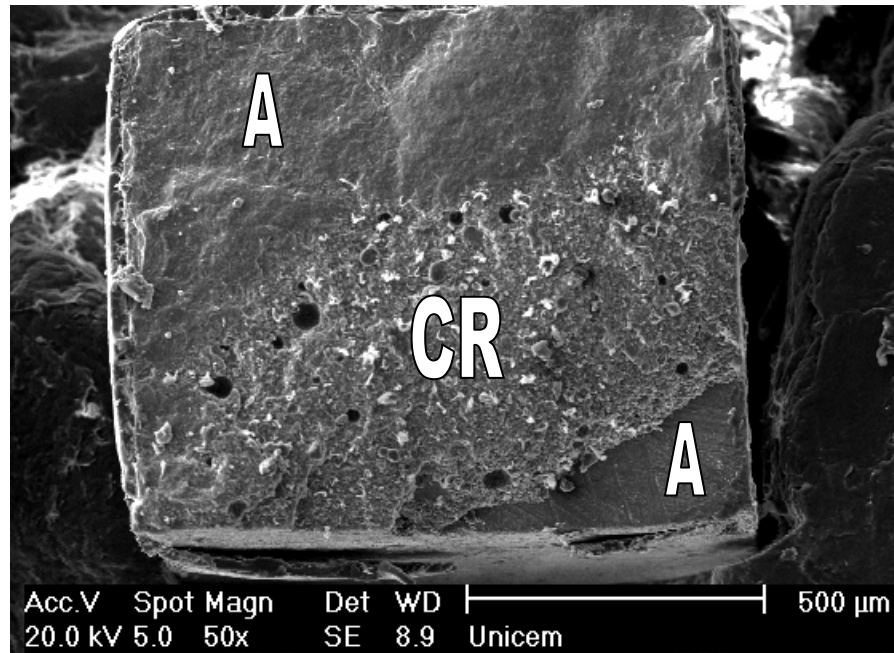


Figura 21 – Grupo 4 (Unicem) - Fotomicrografia mostrando o lado da cerâmica após a ruptura do palito. Exemplo do tipo de fratura mista: fratura coesiva do cimento resinoso (CR) e falha adesiva entre o cimento resinoso e a cerâmica (A).

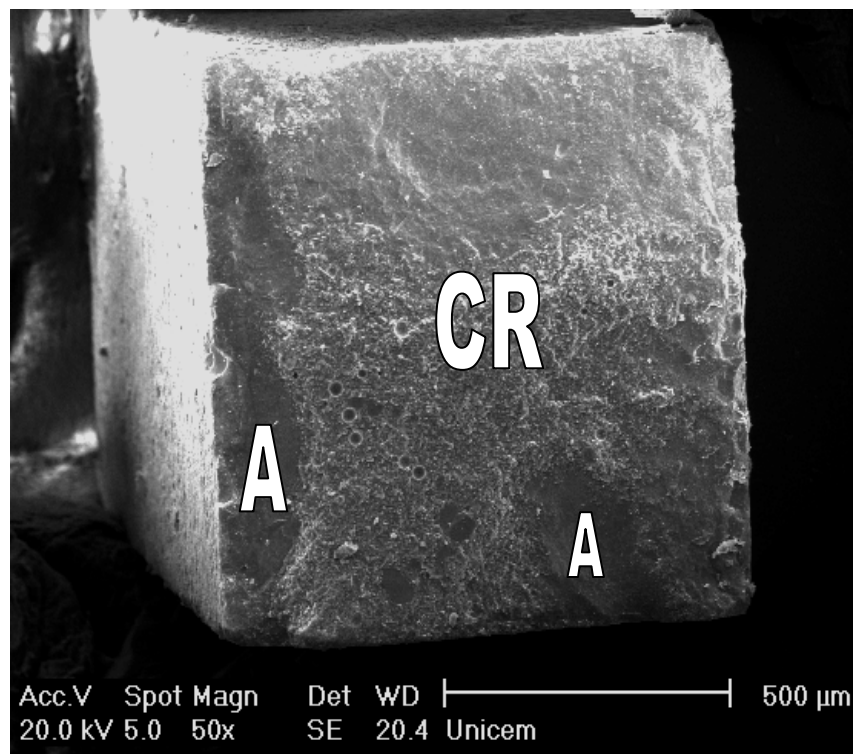
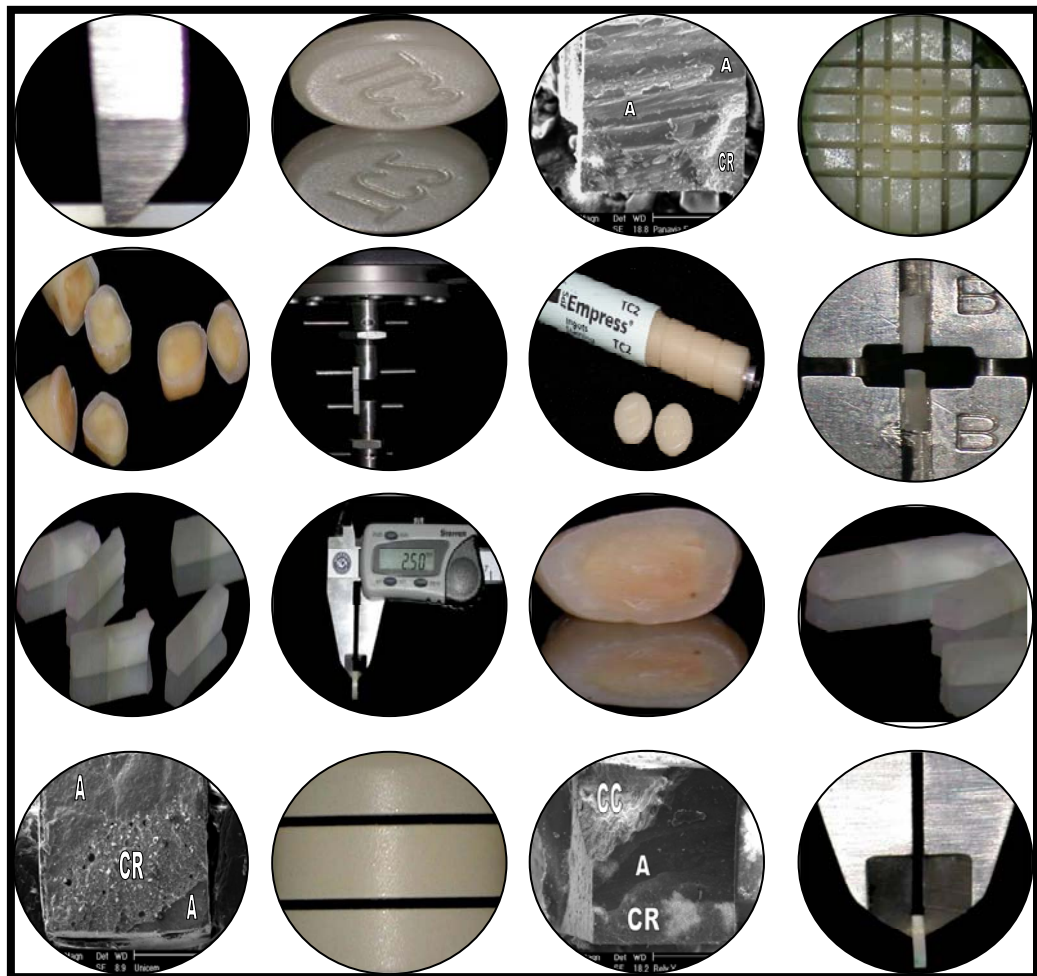


Figura 22 – Grupo 4 (Unicem) - Fotomicrografia mostrando o lado da dentina após a ruptura do palito. Exemplo típico do tipo de fratura predominante neste grupo (adesiva): fratura coesiva do cimento resinoso (CR) e falha adesiva entre o cimento resinoso e a dentina (A).



DISCUSSÃO

## 6 DISCUSSÃO

Os agentes de cimentação constituem a ligação entre a peça protética e a estrutura dental. O procedimento de cimentação tem como objetivo principal, estabelecer uma união estável entre a estrutura dentária, o material restaurador e o próprio agente cimentante.

O teste de cisalhamento e de tração foram os métodos mais utilizados nos últimos anos, para determinar a força de união nas interfaces adesivas entre estruturas dentais e materiais restauradores (VAN NOORT et al., 1991; LATTA; BARKMEIER, 1994; KAMADA; YOSHIDA; ATSUTA, 1998). As fraturas dos espécimes no teste de cisalhamento e tração ocorrem segundo alguns autores, com maior frequência de forma coesiva, devido à área de contato ser relativamente extensa, gerando fraturas na região do substrato ou no material testado (DELLA BONA; VAN NOORT, 1995; CARDOSO; BRAGA; CARRILHO, 1998; PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998a; SCHREINER et al., 1998; ANTONSON 2000). Dificilmente essas fraturas ocorreram na área adesiva. Deste modo, a fratura do corpo de prova revela um resultado limitado sobre a verdadeira força de adesão (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998a). Levando em consideração, a importância do mecanismo de avaliação na interface adesiva de materiais, o teste de microtração foi introduzido por Sano (1994a) para avaliar a força de adesão ( $\mu$ TBS), módulo de elasticidade, mineralização e desmineralização da dentina. O teste de cisalhamento em relação ao teste de microtração é influenciado pela tensão e concentração aplicada nos espécimes e com padrões de distribuição não uniforme. Por outro lado, como o teste de microtração possui pequenas dimensões, pois variam de  $0,5\text{mm}^2$  a  $1,0\text{mm}^2$  na interface de união, entre 2 estruturas, reduzem os

números dos defeitos, durante o teste, havendo uma distribuição mais uniforme das tensões (PASHLEY et al., 1999), produzindo fraturas mais adesivas dos espécimes, que favorece à avaliação da verdadeira força de adesão (DELLA BONA; VAN NOORT, 1995). Porém, os resultados do teste de microtração, são influenciados por geometria de espécime, durante a aplicação da carga (VAN NOORT et al., 1991). O teste de microtração possibilita uma versatilidade em relação a outros testes, cisalhamento ou tração, propiciando avaliar regiões ímpares e áreas com formas irregulares.

O emprego do teste de microtração abre um novo campo de pesquisa para o estudo das interfaces adesivas, com avaliação da força de adesão, além de contribuir para o acréscimo de informações sobre o desempenho na força da união de diversos materiais e estruturas (SANO et al., 1994).

O cimento resinoso Rely X CRA (3M ESPE) utilizado no grupo 1 obteve os melhores resultados com relação a resistência adesiva dos cimentos resinosos na interface adesiva entre cerâmica e dentina (TAB. 2). Este resultado pode ser explicado pela forma de tratamento do substrato dentinário, que é diferente dos outros 3 sistemas e cimentos resinosos avaliados (ANEXO 1). Apesar de pequenas diferenças metodológicas, os resultados encontrados nesta pesquisa sobre o cimento resinoso Rely X CRA/ Single Bond, são similares a outros trabalhos que avaliaram a resistência adesiva de cimentos resinosos através do teste de microtração (MAK et al., 2002; EL ZOHAIRY et al., 2003).

O tratamento do substrato dentinário deste sistema consiste no condicionamento com ácido fosfórico a 35% e aplicação do sistema adesivo. O procedimento na dentina é semelhante à técnica do condicionamento ácido no

esmalte (VAN MEERBEEK et al., 1994) com a função de remover a lama dentinária, tendo como finalidade abrir os túbulos dentinários e expor as fibras colágenas, deixando apto à penetração dos monômeros hidrofílicos do sistema adesivo que envolve a rede de colágeno, estabelecendo um mecanismo de retenção micromecânico. Os mais recentes sistemas adesivos incorporam componentes hidrofílicos, deslocam a umidade da dentina condicionada e conseguem íntima interação na dentina intertubular e intratubular, formando a zona de interdifusão (VAN MEERBEEK et al., 1992). Esse conceito de adesão à dentina é baseado na premissa de que a dentina é um composto biológico constituído de mineral de apatita e fibras colágenas de alta resistência. Através dos agentes ácidos consegue-se extrair o conteúdo mineral do substrato dentinário e substituí-los por resina fluida (primer + adesivo), transformando o composto biológico natural em um composto terapêutico artificial.

Entre os cimentos resinosos Variolink II/Excite DSC e o Rely X CRA/ Single Bond, foram observadas diferenças em valores de força de união ( $\mu$ TBS) (TAB. 2). A diferença destes 2 cimentos resinosos é a composição dos materiais utilizados em cada sistema (ANEXO 2) e a forma de polimerização dos sistemas adesivos (MAK et al., 2002). O cimento resinoso Variolink II preconiza como técnica de tratamento do substrato dentina a aplicação do condicionamento ácido fosfórico a 35% por 15 s (ANEXO 1), removendo a lama dentinária para a deposição de um sistema adesivo de frasco-único (Excite DSC) (Ivoclar-Vivadent) que caracteriza-se por ser um adesivo monocomponente de polimerização dual, apresentado em dose unitária. O sistema adesivo dual utilizado não foi previamente polimerizado, seguindo as orientações do fabricante.

O cimento resinoso Panavia F obteve médias menores que o Rely X CRA e

similares ao Variolink II, (TAB. 2), estes resultados são similares a outros trabalhos (PEGORARO et al., 2003; BOUILLAGUET et al., 2003). A técnica de tratamento do substrato dentinário do cimento resinoso Panavia F/ED Primer preconiza a utilização de um sistema adesivo autocondicionante ED Primer, apresentado em 2 frascos (condicionador e primer juntos e adesivo separado) (FIG.8). Este sistema elimina a lavagem do ácido, pois utiliza um *primer* em solução ácida, que desmineraliza a dentina, modificando a *smear layer* sem removê-la por completo, mantendo o *smear plug*, promovendo simultaneamente a infiltração dos monômeros adesivos e a formação da camada híbrida.

O cimento resinoso Panavia F é aplicado diretamente sobre a superfície tratada com o sistema adesivo ED Primer, sua polimerização ocorre por ativação química, tempo suficiente para os monômeros acídicos provenientes do ED Primer se difundirem para dentro do cimento resinoso, ocorrendo interação química. Embora o sistema adesivo autocondicionante ED Primer e o cimento resinoso Panavia F possuam sais sulfinatos aromáticos, como catalizadores, com altas concentrações de monômeros acídicos não polimerizados, presentes dentro da dentina após aplicação do primer os sais sulfinatos aromáticos têm a função de impedir a penetração do oxigênio (reduzindo o oxigênio) reduzindo e inibindo o oxigênio e a concentração de ácidos não polimerizados na parte interna, ocorrendo uma maior conversão dos monômeros em polímeros do cimento resinoso pela ausência do oxigênio.

O cimento resinoso Unicem (3M ESPE) obteve a menor força de união à dentina, quando comparado com os demais cimentos testados (TAB. 2). Tal resultado parece estar relacionado com a ausência de tratamento do substrato

dentinário, sem a utilização de ácidos ou de sistemas adesivos de frasco-único ou autocondicionantes, uma vez que o fabricante deste material preconiza somente a aplicação do cimento resinoso na peça e no substrato dental. Os resultados obtidos são similares aos outros trabalhos de (TRAJTENBERG; PINZON; POWERS, 2003), e diferem de outras pesquisas presentes na literatura (WALTER et al., 2002; JOHNSON; LEPE; BALES, 2003), com a ressalva que estes trabalhos avaliaram a dentina intra-radicular.

Durante o teste de microtração foi observado um número pequeno de fracassos prematuros, que ocorreram durante o corte e manipulação prévia dos corpos de prova, sendo verificadas pequenas diferenças entre os grupos (TAB. 1). O número baixo da perda dos corpos de prova está relacionado a alguns fatores: preparação e manipulação minuciosa dos corpos de prova, forma dos cortes dos espécimes, estrutura mais homogênea dos substratos, forma dos corpos de prova em forma de palitos, diferentemente do teste de microtração por meio de alteres onde é utilizada uma ponta diamantada montada em alta rotação para a diminuição da interface adesiva, gerando estresse na interface durante o procedimento de corte, e conseqüentemente maior perda dos corpos de prova.

O cimento resinoso Unicem registrou um número maior de fracassos prematuros durante o corte e a preparação para o teste de microtração, em comparação aos outros cimentos testados (TAB. 1). Vários fatores poderiam provocar estas diferenças na força de união e conseqüentemente na perda dos corpos de prova durante sua preparação, a estrutura heterogênea do substrato dentinário (PASHLEY et al., 1995), diferenças nas propriedades dos materiais e sensibilidade técnica do sistema adesivo.

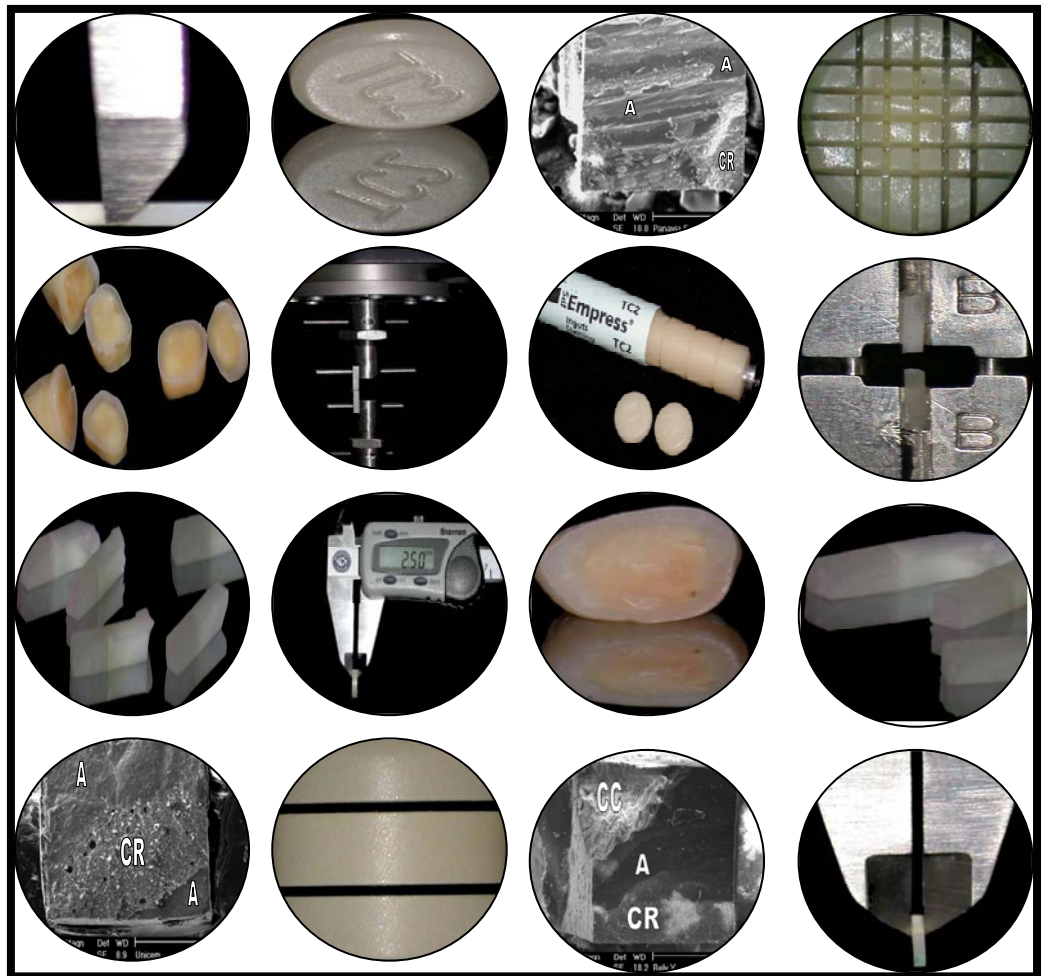
As fraturas dos corpos de provas ocorreram nas interfaces adesivas entre dentina/ cimento resinoso /cerâmica (IPS Empress 2), corroborando com os trabalhos de (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1999; MAK et al., 2002; EL ZOHAIRY et al., 2003). Foram obtidas várias fraturas na interface entre cerâmica e cimento resinoso, com a grande maioria de fraturas mistas (coesiva cerâmica e coesiva no cimento) seguida por fraturas adesivas. As fraturas mistas que envolveram as cerâmicas ocorreram na região periférica nos corpos de prova (FIG. 16). Um estudo de análise de elemento finito para espécimes retangulares avaliado por Phrukkanon; Burrow; Tyas (1998b) revelou que tensões estão concentradas nas extremidades e na área central da interface adesiva, onde sobras do cimento resinoso tendem a permanecer fixado nas extremidades das interfaces fraturadas (FIG. 19). O resultado do modo de fratura demonstrou que nenhum corpo de prova obteve fratura somente coesiva na cerâmica ou coesiva na dentina, que comprovou verdadeiramente a resistência adesiva dos materiais nas interfaces envolvidas através do teste de microtração.

Os tipos de fraturas observados nos grupos testados foram predominantemente nas interfaces adesivas, devido à composição do substrato testado ser mais elástico do que as estruturas estudadas (IPS Empress 2 e dentina) (FIG.15 a 22). A imprevisibilidade freqüente e a dificuldade de diagnosticar o modo de fratura dos corpos de prova estão relacionadas pelas falhas nas superfícies dos materiais testados, falhas internas do material, do substrato, da camada adesiva ou da combinação de falhas na interface com o material de eleição (TANUMIHARJA; BURROW; TYAS, 2000). As fraturas dos corpos de prova observadas ao microscópio óptico devem ser consideradas como fracassos aparentes, para estabelecer o verdadeiro tipo de fratura é necessário uma análise ao microscópio



eletrônico de varredura.

A maior resistência de união foi conseguida com o cimento resinoso Rely X CRA/Single bond seguido pelo cimento VariolinkII/Excite DSC , Panavia F/ED Primer e Unicem. O resultado deste trabalho comprovou a obtenção de valores e médias de resistência adesiva compatíveis com outras pesquisas, que testaram os cimentos resinosos no substrato dentinário, com algumas diferenças em suas metodologias (MAK et al., 2002; BOUILLAGUET et al., 2003; PEGORARO et al., 2003; WALTER; MIGUEZ; PEREIRA, 2003; EL ZOHAIRY et al., 2003). Na avaliação do modo de fratura obteve-se a mesma tendência do teste de microtração, demonstrado pelos resultados, na qual os sistemas com maior resistência adesiva não foi observado nenhuma fratura puramente adesiva. Com base nos resultados, conclui-se que, os cimentos resinosos quando utilizados em associação com o tratamento do substrato dentinário, através do condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo de frasco-único, alcançam maior força de adesão em relação aos outros cimentos resinosos testados, avaliando a resistência adesiva na interface entre cerâmica (IPS Empress 2) e dentina.



CONCLUSÃO

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- 1) No teste de microtração ( $\mu$ TBS) avaliando a interface adesiva entre IPS Empress 2 e Dentina, o cimento resinoso RelyX CRA alcançou melhores resultados em relação ao Variolink II que foi similar ao cimento Panavia F e a menor resistência adesiva do cimento resinoso Unicem.
- 2) O modo de fratura observado nas interfaces adesivas dos cimentos resinosos testados demonstrou uma relação direta com o teste de microtração.
- 3) Os tipos de fraturas dos corpos de prova foram diferentes, dependendo do cimento resinoso utilizado.

## REFERÊNCIAS <sup>2</sup>

ANTONSON, S. A. Characteristics of fractured composite-ceramic specimens produced by shear, tensile and chevron-notch tests. **J. Dent. Res.**, Washington, v.79, p.161, Apr. 2000. Abstract 140.

ABERG, C.H.; VAN DIJKEN, J.W.; OLOFSSON, A.L. Three-year comparison of fired ceramic inlays cemented with composite resin or glass ionomer cement. **Acta. Odontol. Scand.**, Oslo, v.52, n.3, p.140-149, June 1994.

BOUILLAGUET, S. et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 19, n.3, p. 199-205, May 2003.

BUONOCORE, M.G.A. Simple method of increasing the adhesion of acrylic fillig materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, Washington, v.34, n.6, p.849-853, Dec.1955.

CALAMIA, J.R. Etched porcelain vanners: the current state of the art. **Quintessence Int.**, Berlin, v.16, n.1, p.5-12, Jan. 1985.

CARDOSO, P.E.C.; BRAGA, R.R.; CARRILHO, M.R.O. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent. Mater.**, Washington, v.14, n.6, p.394-398, June 1998.

DELLA BONA, A.; ANUSAVICE, K.J. Microstructure,composition,and etching topography of dental ceraics. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.15, n.2, p.159-176, Fev. 2002.

DELLA BONA, A.; NORTHEAST S.E. Shear bond strength of resin bonded ceramic after different try-in procedures. **J. Dent.**, Guildford, v.22, n.2, p.103-107, Feb.1994.

DELLA BONA, A.; VAN NOORT, R. Shear versus tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. **J. Dent. Res.**, Washington, v.74, n.9, p.1591-1596, Sept. 1995.

DIAZ-ARNOLD, A.M.; SCHNEIDER R.L.; AQUILINO S.A. Bond strengths of intraoral porcelain repair materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.61, n.3, p.305-309, Mar. 1989.

---

<sup>2</sup> Baseada na NBR 6023: 2002 da ABNT

DIAZ-ARNOLD, A.M.; VARGAS, M.A.; HASELTON, D.R. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.81, n.2, p.135-141, Feb. 1999.

EL ZOHAIRY, A. A. et al. Microtensile bond strength testing of luting cements to prefabricated CAD/CAM ceramic and composite blocks. **Dent. Mater.**, Washington, v. 19, n. 7, p. 575-583, Nov. 2003.

FERRARI, M.; DAGOSTIN, A.; FABIANELLI, A. Marginal integrity of ceramic inlays luted with a self-curing resin system. **Dent. Mater.**, Washington, v.19, n. 4, p. 270-276, June 2003.

FURUKAWA, K.; INAI, N.; TAGAMI, J. The effects of luting resin bond to dentin on the strength of dentin supported by indirect resin composite. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 2, p. 136-142, Mar. 2002.

INOKOSHI S. et al. Dual-cure luting composites:Part 1:Filler particle distribution. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 20, n.2, p.133-146, Mar. 1993.

JANDA, R. et al. A new adhesive technology for all-ceramics. **Dent. Mater.**, Washington, v. 19, n. 6, p.567-573, June 2003.

JOHNSON, G.H.; LEPE, X.; BALES, D.J. Crown Retention for Two Resin-modified Glass-ionomer and Two Composite Resin Luting Cements. **J. Dent. Res.**, Washington, v.82, p.B319, June 2003. Abstract 2469.

KAMADA, K.; YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.79, n.5, p. 508-513, May 1998.

KATO, H.; MATSUMUR, A. H.; ATSUTA. M. Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.27, n.2, p.103-110, Feb. 2000.

KRÄMER, N. et al. IPS Empress inlays and onlays after four years — a clinical study. **J. Dent.**, Guildford, v. 27, n. 5, p. 325-331, July 1999.

KRÄMER, N.; FRANKENBERGER, R.A. Leucite-reinforced glass ceramic inlays after six years; wear of luting composites. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, n.6, p.466-472, Nov./Dec.2000.

LACY, A. M. et al. Effects of porcelain surface treatment on the bond to composite. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.60, n.3, p.288-291, Mar. 1988.

LATTA, M.A.; BARKMEIER, W.W. Bond strength of a resin cement to a cured composite inlay material. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.72, n.2, p.189-193, Aug. 1994.

LIEBENBERG, W.H. Partial coverage indirect tooth-colored restorations: steps to clinical success. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.12, n.4, p.201-208, Aug.1999.

LOPES, G.C. et al. Resistência de união de diferentes sistemas cerâmicos. **Dent. Gaúcho**, São Paulo, v.8, n.3, p.18-22, 2001.

MAK, Y. A. et al. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite, **Dent. Mater.**, Washington, v.18, n. 8, p. 609-621, Aug. 2002.

MALAMENT, K.A.; SOCRANSKY, S. S. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years. Part II: effect of thickness of Dicor material and design of tooth preparation. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.81, n.6, p.662-667, June 1999.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, Chicago, v.16, n.3, p.265-273, May 1982.

OZCAN, M.; VALLITTUB, P. K. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. **Dent. Mater.**, Washington v.19, n.8, p. 725–731, 2003.

PASHLEY, D.H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.**, Washington, v.11, n.2, p.117-125, Mar.1995.

PASHLEY, D.H. et al. The microtensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.**, Berlin, v.1, n.4, p.299-309, Apr. 1999.

PEGORARO, T.A. et al. Simplified adhesives and luting cements. **J. Dent. Res.**, Washington, v.82, p.B190, June 2003. Abstract 1422.

PERDIGAO, J. et al. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. **J. Esthet. Restorative Dent.**, Hamilton, v.14, n.1, p.31-38, 2002.

PHRUKKANON, S.; BURROW M.F.; TYAS M.J. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dent. Mater.**, Washington v.14, n.3, p.212-221, June 1998a.

PHRUKKANON, S.; BURROW, .F.; TYAS M.J. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v.14, n.2, p.120-128, Mar. 1998b.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. **J. Dent.**, Guildford, n.27, v.4, p. 256-274, May 1999.

PINTO, X.C. et al. Avaliação in vitro da microinfiltração marginal em restaurações indiretas inlay de porcelana. Efeito de diferentes agentes cimentastes. **JBD**, Curitiba, v.1, n.2, p.113-121, abr./ jun. 2002.

RITTTTER, A.V.; BARATIERI, L.N. Ceramic Restoration for Posterior Teeth: guidelines for the Clinician. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.11, n.2, p.71-86, Fev.1999.

ROSENSTIEL, S.F.; LAND, M.F.; CRISPIN, B.J. Dental luting agents: a review of the current literature. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, n.80, v.3, p.280-301, Sept. 1998.

SANO, H. et al. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. **J. Dent. Res.**, Whashington, v.73, n.6, p.1205-1211, June 1994a.

SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strengths evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, Whashington, v.10, n.4, p.236-240, July 1994b.

SCHREINER, R.F. et al. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Whashington, v.14, n.3, p.1994-1201, June 1998.

SWIFT, E.J.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: A brief history of the art. **Quintessence Int.**, Berlin, v.26, n.2, p.95-10, Feb. 1995.

TANUMIHARJ, A.M.; BURROW, M.F.; TAYS, M.J. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. **Dent. Mater.**, Washington v.16, n.3, p.180-187, May 2000.

TRAJTENBERG,C.P.; PINZON,L.M.; POWERS, J.M. Bonding of a novel self-adhesive cement to tooth substrates. **J. Dent. Res.**, Washigton, n.32, March 12-15, AADR, 2003. Abstract 1197.

VAN MEERBEEK, B. et al. Morphological aspects of the resin-dentin interdifusion zone with different dentin adhesive systems. **J. Dent. Res.**, Washington, v.71, n.8, p.1530-1540, Aug. 1992.

VAN MEERBEEK, B. et al. Clinical status of ten adhesives system. **J. Dent. Res.**, Washington, v.73, n.11, p.1690-1702, Nov.1994.

VAN NOORT, R. et al. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v.70, n. 5, p.889-893, May 1991.

VAN DIJKEN, J. W. V. All-ceramic restorations: classification and clinical evaluations. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Jasmesburg, v.20, n.12, p.115-134, Dec.1999.

VAN DIJKEN, J. W. V. Resin-modified glass ionomer cement and self-cured resin composite luted ceramic inlays. A 5-year clinical evaluation. **Dent. Mater.**, Washington, v.19, n. 7, p. 670-674, Nov. 2003.

WALTER,R.; MIGUEZ, P.A.; PEREIRA, P.N.R. Bond strengths of resin luting materials to crown and rot dentin. **J.Dent. Res.**, Washington, v.82, p.B195, June 2003. Abstract 1463.

WEGNER, S. M.; KERN, M. Long-term resin bond strength to zirconia ceramic.**J. Adhes. Dent.**, Berlin, v.2, n.2, p.139–147, Feb. 2000.



## APÊNDICE 1

Grupo 1 – Rely X CRA/Single Bond. Valores em Newtons(N), MegaPascal(MPa) e a medida dos lados de cada corpo de prova(mm).

Amostra	mm1	mm2	Newton	Mpa
1	1,04	1,08	21	18,7025
2	1,07	1,04	18	16,1805
3	1,13	1,12	28,9	22,8422
4	1,03	1,03	17,4	16,4063
5	1,15	1,02	26,9	22,9399
6	1,08	1,11	19,5	16,2714
7	1,08	1	18,7	17,3203
8	1	1,01	16,8	16,6389
9	1,01	0,95	12,3	12,8232
10	0,99	1,03	20,5	20,1103
11	1,03	1,05	18	16,6488
12	1,02	1	21	20,5947
13	0,96	1	15,6	16,2551
14	1,1	1,19	28,9	22,0849
15	1,06	1,08	24,5	21,4078
16	1,04	1,05	20	18,3208
17	1,14	1,06	23	19,0394
18	1,05	1,06	18,3	16,4472
19	0,96	1,01	23,3	24,0381
20	1,12	1,12	19	15,1514
21	1,04	1	17,6	16,9284
22	1,08	1,08	18	15,4369
23	0,96	1	21,1	21,9861
24	1,03	0,96	16,5	16,6921
25	1,08	0,96	12,7	12,2531
26	1,05	1	28,8	27,4372
27	1,05	1,01	18,3	17,2614
28	0,99	0,97	21	21,8750
29	1,01	1,04	27,8	26,4744
30	1,08	1,01	15,4	14,1225
31	1	1,06	21	19,8175
32	1,07	1,03	17,8	16,1561
33	1	1	23,2	23,2073
34	1,02	1,01	15,6	15,1474
35	1,02	1,14	22,5	19,3559
36	1,09	1,06	15,3	13,2463
37	1	1,14	18,9	16,5842
38	1,01	1,01	15,4	15,1013
39	1,1	1,12	24,3	19,7302
40	0,96	1,02	12	12,2588
41	0,94	0,93	16,6	18,9948
42	0,99	0,98	15	15,4656

43	1,14	1,14	22,9	17,6263
44	1,11	1,11	14,3	11,6098
45	1,04	1,02	20,5	19,3311
46	0,98	0,95	18,3	19,6625
47	0,98	0,98	14,4	14,9985
48	0,98	0,97	18,2	19,1518
49	1	1,01	16	15,8466
50	0,97	0,98	18	18,9414
51	0,96	1	19	19,7979
52	0,97	0,98	12,5	13,1537
53	0,98	0,97	12,5	13,1537
54	0,96	0,97	16,5	17,7246

## APÊNDICE 2

Grupo 2 – Variolink II/Excite DSC. Valores em Newtons(N), MegaPascal(MPa) e a medida dos lados de cada corpo de prova(mm).

Amostra	mm1	Mm2	Newton	Mpa
1	1,08	1,1	16,8	14,1459
2	1,04	1,12	17,5	15,0288
3	1,06	1	21,3	20,1006
4	1,03	1,07	10,4	9,4395
5	1,07	1,03	17,7	16,0653
6	1,1	1,13	20,1	16,1756
7	1,07	1,08	21,3	18,4378
8	1,07	1,05	23,9	21,2795
9	1,1	1,07	19,2	16,3178
10	1,07	1,02	19	17,4143
11	1,12	1,02	7,1	6,2169
13	1,13	1,03	26,2	22,5176
15	1,07	1,1	16,9	14,3630
16	1,1	1,07	15,7	13,3432
17	0,97	1,05	18,7	18,3661
18	1	0,93	12,3	13,2300
19	0,94	1,01	17,5	18,4385
20	0,97	0,8	12,1	15,5977
21	1,02	1	13,4	13,1414
22	0,99	0,98	14,1	14,5376
23	0,9	0,98	14,1	15,9914
24	0,99	0,98	16,1	16,5997
25	1,01	1,01	16,5	16,1800
26	1,04	0,96	18	18,0345
27	0,98	0,93	19	20,8536
28	0,92	0,96	13,3	15,0636
29	1,03	0,8	15,6	18,9380
30	0,96	0,98	14,5	15,4173
31	0,93	1,12	18,9	18,1509
32	1,08	0,97	13,4	12,7952
33	1,08	0,95	13,6	13,2595
34	0,92	1,12	17,6	17,0861
35	1,17	0,94	13,4	12,1879
36	1,1	1,01	14,6	13,1454
37	0,95	1,04	16,9	17,1106
38	1	0,91	17,8	19,5666
39	0,94	0,98	17,6	19,1115
40	0,92	0,96	17,4	19,7073
41	0,97	0,99	14,1	14,6875
42	1,03	1,04	14,7	13,7272
43	0,99	1,01	13,9	13,9058
44	1,01	1,02	18,9	18,3517

45	1,02	0,92	12,1	12,8983
46	1,03	0,94	15,4	15,9108
47	0,92	1	12,7	13,8087
48	0,93	0,98	12,3	13,5000
49	1,1	0,87	19	19,8599

### APÊNDICE 3

Grupo 3 – Panavia F/ED Primer. Valores em Newtons(N), MegaPascal(MPa) e a medida dos lados de cada corpo de prova(mm).

Amostra	mm1	mm2	Newton	Mpa
1	1,05	1,05	15,1	13,7004
2	1,07	1,1	9,8	8,3289
3	1,05	0,95	16,6	16,6468
4	0,93	0,95	16,2	18,3419
5	1,15	1,08	19,8	15,9470
6	1,08	0,97	17,5	16,7101
7	0,97	0,91	12,7	14,3922
8	0,94	0,89	12,7	15,1853
9	1,14	0,94	18,7	17,4560
10	0,98	0,93	11,8	12,9512
11	1	0,94	14,5	15,4304
12	0,98	0,95	18,5	19,8773
13	1	1	17,7	17,7056
14	0,94	1,12	18,7	17,7677
15	0,88	1,08	15,6	16,4193
16	0,99	1,08	19,1	17,8694
17	0,91	1,1	14,1	14,0903
18	1,07	0,92	18,1	18,3926
19	1,13	0,9	16,5	16,2293
20	1,1	0,95	18,9	18,0918
21	1,07	0,99	12	11,3318
22	0,9	1,09	18	18,3544
23	1,08	0,92	15,3	15,4034
24	0,95	1,12	12,6	11,8458
25	0,88	1,1	17,1	17,6708
26	1,02	0,97	17	17,1875
27	1,14	1,15	15,3	11,6741
28	0,97	0,92	16,7	18,7195
29	0,98	1	14	14,2902
30	0,98	0,9	13,5	15,3109
31	0,97	0,99	13,5	14,0625
32	1	0,98	18	18,3731
33	0,99	0,98	15,7	16,1873
34	1,09	1,01	18	16,3554
35	0,93	1	17,6	18,9307
36	1,03	0,99	15,4	15,1072
37	1,05	0,94	12,7	12,8713
38	1,01	0,96	14,9	15,3720
39	0,93	0,94	20	22,8852
40	1	0,94	13,7	14,5790
41	1,02	0,92	18	19,1876
42	0,95	0,99	15,7	16,6985
43	1	0,94	18	19,1549

44	1,25	1,08	13,4	9,9290
45	1,13	1,25	13,5	9,5605
46	1,18	0,85	13,3	13,2644
47	0,98	1,2	14,9	12,6740
48	1,08	1,03	14,7	13,2188
49	0,99	0,81	11,8	14,7197
50	1,06	1,07	14,1	12,4356

## APÊNDICE 4

Grupo 4 – Unicem. Valores em Newtons(N), MegaPascal(MPa), e a medida dos lados de cada corpo de prova(mm).

Amostra	mm1	mm2	Newton	Mpa
1	0,92	1	9,7	10,5468
2	1	0,94	5,2	5,5337
3	0,98	1	4,4	4,4912
4	1,05	0,84	10,4	11,7951
5	0,99	1	6	6,0625
6	0,94	1,02	12,1	12,6239
7	1,05	0,97	4,5	4,4196
8	0,99	1,05	8,4	8,0833
9	0,99	0,99	10,9	11,1248
10	0,94	0,84	3,7	4,6874
11	0,92	0,84	9,2	11,9085
13	1,04	1,05	3,2	2,9313
14	0,9	0,97	6,5	7,4479
15	0,99	1,05	12,2	11,7401
16	0,91	0,85	8,1	10,4752
17	1	0,91	7,9	8,6840
18	1,04	1,13	11,8	10,0440
18	1,04	1,03	9	8,4044
20	1,11	1,13	11,9	9,4903
21	1,03	1,05	11	10,1743
22	1,05	1,04	11,8	10,8093
23	1,18	1,1	12	9,2479
24	1,1	1,1	7,8	6,4483
25	1,08	1,03	11,4	10,2513
26	1,08	1,04	7	6,2342
27	1,1	1,03	7,9	6,9748
28	1,12	1,05	7,9	6,7198
29	1,04	1,03	11	10,2721
30	1,09	1,08	12,5	10,6218
31	1,05	1,06	12,8	11,5041
32	1,07	1,09	8	6,8615
33	1,17	1,09	11,9	9,3341
34	1,08	1,06	8,9	7,7767
35	1,06	1,27	7,8	5,7959
36	1,03	1,26	7,8	6,0121
37	1,04	1,01	11,9	11,3326
38	1,09	1,08	11,2	9,5171
39	1,02	1,04	9	8,4868
40	1,04	1,09	12,2	10,7656
41	1,03	1,11	6,8	5,9496
42	1,2	1,14	11,4	8,3360
43	1,07	1,04	12,5	11,2365
44	1,31	1,27	6	3,6076
45	1,08	1,13	7	5,7376
46	1,07	1,3	11,2	8,0543

## ANEXO 1

### Forma de tratamento do substrato dentinário.

Material	Rely X CRA	VariolinkII	Panavia F	Unicem
Condicionamento	Ácido fosfórico a 35% por 15s, lava-se por 30s, seca-se leve jato de ar	Ácido fosfórico a 35% por 15s, lava-se por 30s, seca-se com leve jato de ar	-	-
Sistema Adesivo	Aplicação e camadas consecutivas do Single Bond, jato de ar, fotopolimerização por 10s	Aplicação do adesivo Excite DSC, durante 10s, leve jato de ar	Mistura ED Primer A e B, aplica por 60s, não lava, seca com leve jato de ar	-
Cimentação	Mistura pasta base e catalisadora cimenta, remove os excessos, fotopolimeriza por 40s, cada lado iniciando por oclusal	Mistura pasta base e catalisadora cimenta, remove os excessos, fotopolimeriza por 40s, cada lado iniciando por oclusal	Mistura pasta A e B durante 20s, cimenta, remove os excessos, fotopolimeriza por 20s, aplica o Oxyguard II aguarda 3 min.	Mistura durante 15s, cimenta, remove os excessos, fotopolimeriza 40s, cada lado iniciando por oclusal



## ANEXO 2

### Composição dos materiais.

Composição	Rely X CRA	Variolink II	Panavia F	Unicem
Condicionamento	Ácido fosfórico a 35%, sílica.	Ácido fosfórico a 35%.	-	-
Sistema Adesivo	Bis-GMA, HEMA, bisfenol Glicedil dimetacrilato, polialcenóico, ácido copolímero, fotoinibidores, metacrilato, etanol, água.	HEMA, dimetacrilato, ácido fosfórico, dióxido de sílica, inibidores, estabilizadores, em solução de álcool.	ED Primer A: HEMA, MDP, 5-NMSA, N-dietanol, p-toluidine, água.  ED Primer B: 5-NMSA, água, acelerador, sódio benzeno sulfinato.	-
Cimento Resinoso	Bis-GMA, TEDMA, polímero dimetacrilato, zircônia, sílica.	Bis-GMA, dimetacrilato de uretano e trietilenoglicoldi metacrilato, vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluorsilicato de bário e alumínio.	MDP, bis-GMA, carga, peróxido de benzoíla, fototoiniador, fluoreto de sódio, amina.	Iniciadores, sílica, pigmentos, estabilizadores, dimetacrilato, ester fosfórico metacrilato, acetato, hidróxido de cálcio, pó de vidro, composto de peróxido.